海洋世界百科全书

海洋出版社

1

海洋世界百科全书

[美]D.G. 格罗夫斯
　　L.M. 亨　特　编

陈修白　陈上及　施良骐　崔清晨　柴象浩
侯朝焕　王小南　于德辉　潘学良　等译

海洋出版社
1991年·北京

内 容 简 介

《海洋世界百科全书》是一部为非专业人员编写的百科全书，全书内容丰富、资料新颖、语言简练、通俗易懂，其内容包括区域海洋学、物理海洋学、海洋物理学、海洋生物、海洋地质、海洋化学、海洋工程和仪器设备、潜水、水产养殖等方面的描述，同时也有海洋科学家、机构、考察计划、神话传奇等的介绍，是一部很有价值的工具书。

本书可供从事海洋科学研究和海洋开发利用的科研、工程技术人员，高等院校的有关专业的师生，进行海洋管理的人员参考使用，由于本书作者采用描述方式进行有关海洋知识的介绍，很少引用公式，对一般热爱海洋事业的读者也极易看懂，从中受益。

OCEAN WORLD ENCYCLOPEDIA

D. G. GROVES

and

L. M. HUNT

McGRAW-HILL COMPANY 1980

责任编辑　阎世尊

责任校对　刘兴昌

(京)新登字 087 号

海洋世界百科全书

[美] D. G. 格罗夫斯
L. M. 亨特　编

陈修白　陈上及　施良骐　崔清晨　柴象浩
侯朝焕　王小南　于德辉　潘学良　等译

★

海洋出版社出版（北京市复兴门外大街 1 号）

新华书店北京发行所发行　机械工业出版社印刷厂印刷

开本：787×1092　1/16　印张：23　字数：700 千字

1991 年 12 月第一版　1991 年 12 月第一次印刷

印数：1—1500

★

ISBN 7—5027—0222—9/Z・42　定价：35.00 元

出版者的话

《麦格鲁-希尔海洋世界百科全书》是一部专门为非专业人员编写的百科全书。该书以清新、简洁的语言，独特的风格，生动地描述了海洋学的有关知识。书中不仅包括了海洋物理、海洋化学、海洋生物、海洋地质、海洋仪器、潜水、海洋工程等方面的介绍，同时也有著名海洋科学家、机构、考察计划、神话传奇、蜃景等的描述。全书内容博大，资料新颖，深入浅出，通俗易懂，既能使高中和大学程度的学生感兴趣，又能为热爱海洋事业的有关人员所接受，有些词目，作者给予延伸，对于专业的海洋工作者也颇受益。作者从应用的观点出发，重点介绍海洋开发和利用中所涉及到的基本知识和海洋资源的各个方面，以描述的方式分析海洋世界中各种现象的成因并给出已获得的资料和结果，很少引用公式进行繁琐的推导，因而对一般读者也极易理解和掌握。

我国的海洋科学虽然起步较晚，但却发展很快，随着我国近海油气的勘探、开发，远洋捕捞作业的开展和海洋资源的利用，急需海洋的开发者洞悉世界海洋的各种特征、千万种资料与数据。为此我们组织了我国海洋界各学科的一些专家，对《麦格鲁-希尔海洋世界百科全书》进行了翻译。各译者以对读者负责的精神，力求以简炼、生动的语言反映原书的基本内容和特点，以满足不同层次的广大海洋工作者的需要。各部分主要译文由下列一些同志完成。

海洋生物　陈修白教授、柴象浩副教授　译
区域海洋学　陈上及研究员　译
海洋地质　施良骐研究员　译
海洋化学　崔清晨副教授　译
海洋物理　侯朝焕研究员　译
海洋工程、海洋仪器、潜水　于德辉高级工程师　译
物理海洋学　王小南副编审　译
人物、机构　潘学良　译

葛运国同志、方菁同志也参加了部分条目的翻译。此外、钱晓彬同志根据译文完成了全书的索引和词目的编排。译稿完成后，薛鸿超教授、梁炎生高级工程师、龚定鑫高级工程师、许祖美高级工程师等专家又对有关部分进行了审核，为提高译稿质量付出了艰辛的劳动。

在编辑过程中，根据我国的实际情况，对原书中个别词目作了删节，对英制单位和公制单位并用的地方，删去了英制单位，保留公制单位；对涉及到有争议的地名，按我国的外交口径作了改动或加注；对一时难以查到的人名和地名，按音译原则译出并附上原文；对原书中个别错误的地方，一一作了订正。

根据我国广大读者的习惯，打乱了原书词目的编排顺序，重新按中译名的首字笔画、笔顺排列。其原则为：(1) 按首字笔画多少顺序排列。(2) 首字同笔画者，按起笔顺序，即、一丨丿乚排。(3) 首字相同的，按词目字数多少分先后。(4) 首字是外文字母的，排在最后。此外，在正文前增加了词目表，以供读者使用。

鉴于本书是多译者共同劳动的结晶，各译者文风、用词不尽相同，难免有不妥之处，欢迎广大读者批评指正。

1987.10

前　言

在有文字记载的历史之前，尚无确凿的证据可以证明，人类的智力是否超过自然界。不过现在我们已经把那完全靠人类弱小体力和家养畜力进行运输和建设的时代，疾病到处蔓延，人们健康无保障的时代（如 1348 年，欧洲因瘟疫流行，死亡了 3300 万人），被愚昧和迷信束缚了人们渴求知识，阻碍着人们走向科学进步的时代，远远地抛在了后面。今天，我们已发掘并掌握了威力巨大的原子能，使之为人类所利用；已征服了历代遗留下来的瘟疫病害，使人寿增三倍；已能在月球表面砾石滩上旅行，在大洋深邃的洋底散步。为什么聪明才智的成就古今差别这样大呢？答案就是一句话：积累。每一代人都可从吸取前人历代积累的知识中获得惊人的进步。

从 1772 年出版了 35 卷 D. 迪德罗特大百科全书以来，为其它非本科专业领域总结和传播本科专业的积累性知识，已是百科全书的传统目的了。为了保持过去已有的传统，《麦格鲁-希尔海洋世界百科全书》是第一部为非本专业人员专门编写的百科全书，同时也是第一次以单行卷本的形式，围绕海洋学有关几个方面的分学科进行编写的。主要项目包括：

- 物理海洋学
- 地质海洋学
- 化学海洋学
- 生物海洋学
- 海洋仪器
- 飓风
- 国际海洋科学机构
- 著名海洋学家

各作者都以不同的文体、风格和题材，尽量能编写出一本既使高中和大学程度的学生感兴趣，又使各界爱好海洋的非本专业人员也能受益的百科全书。为了易于理解，每一条目尽量选用显著的标题，并按字母顺序编排，对于已被详细解释过的问题，或对读者可能感兴趣的条目，都用［参见……］注明。凡是需要广泛查阅的条目，只简单地提供条目名，并于其后按字母顺序列出与此条目有关的专门条目，在这些专门条目中都有更详细的讨论。

海洋植物和动物或与海洋有关的生物（海鸟），都很广泛地包含在总条目和专门条目中。对于那些有因果关系的条目，则侧重于分类学，以便易于把许多相同种属的生物联系起来。

为了满足读者对海洋地理学的兴趣，设有五大洋和 60 个单独海区的分条目，并对其自然地理和政治边界、海水特性、海底特征作了描述，其中大部分是早期在这一地区调查的。以同样的方法，在各个附加标题之后，还讨论了所有主要大洋的流系。

在讨论海洋的物理、地质、地球物理、化学和气象学时，作者主要突出那些被认为对读者最感兴趣、最有用的条目。不少条目常用来解释专门的现象和过程。例如，科里奥利力这一条目，讨论了大洋环流和大气环流的力学；海底峡谷这一条目，讨论了大陆的侵蚀和沉积物搬运到大洋中的过程；通过飓风这一条目的剖析，讨论了海洋与大气的关系。总的来说，作者力求写得深入浅出，简明易懂，尽量不引用公式。

海洋工程和海洋仪器，对海洋的研究和利用是非常重要的，但本书未用大量的条目来论述，而是在小条目或大条目下，略作延伸。对于声或水声，也用同样的方法处理。

本百科全书究竟应包括那些科学家的传记是编者面临着的最大难题，因篇幅所限，只能遴选 25 人，最后选定的人物，是根据向许多海洋学界团体征求意见的咨询表决定的。编者对最后的选定负有完全的责任，在此仅向回信寄来推荐意见者深表感谢。

在完成这项为时三年的编写任务中，编者首先向考察家、探险家、科学家、工程师、技术员和航海家们致谢，是他们的探索精神、认真工作和孤寂航行，才获得了本书所概述的知识。

特别还应感谢给我们提供相片并给予帮助的许多研究所（在正文中已赞扬到过）。最后，必须对全力给我们以支持、鼓励和鼓舞的朋友、同事和家属深表感谢。

D. G. 格罗夫斯
L. M. 亨　特

国际单位制

国际单位制是用于计量的国际制量值，它是一种最具简化表达力的公制。该制的长度、时间和质量的单位，分别用米、秒和千克，或以其十的倍数或公约数来表示。1960年，在度量衡的全体会议上，正式把公制列为法定地位，美国是签约的国家之一。

多年来，公制在不同程度上，早已被海洋学家和其他科学家所采用。现在，在科学界，公制几乎是唯一被全世界广泛采用的单位制。然而，唯有美国是最后普遍采用公制的一个工业化国家。美国的工程师（包括海洋工程师）和公用事业界所习惯采用的计量单位制是英寸、英尺、磅和磅每平方英寸等。

这种常用计量制的起源，可追溯到盎格鲁-撒克逊时代，古埃及人用人体作为测量东西的标准，大概就是根据这一习惯发展起来的。例如，埃及建造金字塔时，所用的长度标准为苦比特，就是从胳膊肘到中指尖的距离（约46厘米）。短距离的，用两手和两臂测量；长距离的，则用大踏步走的方法测量。盎格鲁-撒克逊人以人体为标准并作为这一长度制的依据。他们用苦比特、英寸（从指关节到大姆指尖的长度）、英尺（相当于4个手掌或16个手指的宽度）和码（国王埃德加伸直手臂时，从鼻子到手的中指指尖的长度）。1英寻，就是斯堪的纳维亚人一怀抱的长度。

约在一千年前，当盎格鲁-撒克逊人发现每个人的大拇指、鼻子或怀抱并不完全相等时，才开始改进更有意义的标准尺。最后，按照各种单位，精密地制定了各种标准尺、金属砝码和延用至今的各种度量衡，尤其是美国人习惯使用的单位制。

在十八世纪后叶，法国首创了公制，该计量单位是以各种自然常数为基础的。例如，首先对“米”给出明确的定义：设经过敦刻尔克和巴塞罗那的子午线圈，取其周长的四分之一，然后再把它分成一千万份，每份的长度即为1米。在水的密度达最大时的温度条件下，1立方分米单位质量的水所占的体积为1升。尽管在这些特定的定义中，仍有某些内在的不精确性，但这种以自然标准为基础的公制，从各方面来看，几乎是最好的，也许要比美国一直在使用的常用计量制度要合理得多。

尽管在美国使用公制仍有相当大的阻力，但公制的用途是很广的。因为，在海洋调查和工程方而的国际合作，同其它国际合作一样，正在迅速地取得成效，不论在理论和实践上，都需尽量统一使用一种国际性确定的计量制度。采用国际计量单位制，就为促进国际合作迈出了一大步。几种计量制单位的换算列表如下：

已知计量制	所求计量制	倍　数
长度		
英寸	毫米	25
英尺	厘米	30
码	米	0.9
英里	公里	1.6
海里	公里	1.85
毫米	英寸	0.04
厘米	英寸	0.4
米	码	1.4
公里	英里	0.6
面积		
平方英寸	平方厘米	6.5
平方英尺	平方米	0.09
平方码	平方米	0.8
平方英里	平方公里	2.6
英亩	平方公顷	0.4
平方厘米	平方英寸	0.16
平方米	平方码	1.2
平方公里	平方英里	0.4
平方公顷	英亩	2.6
质量		
盎司	克	28
磅	公斤	0.45
短吨	公吨	0.9
克	盎司	0.035
公斤	磅	2.2
公吨	短吨	1.1
液体体积		
盎司	毫升	30
品脱	升	0.47
夸脱	升	0.95
加仑	升	3.8
毫升	盎司	0.034
升	品脱	2.1
升	夸脱	1.06
升	加仑	0.26
温度		
华度氏(°F)	摄氏度(°C)	$\frac{5}{9}$(华氏度−32)
摄氏度(°C)	华氏度(°F)	乘 $\frac{9}{5}$ 再加32
摄氏度(°C)	绝对温度	加 273
压力应力		
磅每平方英寸	牛[顿]每平方米	6895(=1帕[斯卡])
磅每平方英尺	牛[顿]每平方米	47.88帕[斯卡]

部分当量换算列于后：

10毫米=1厘米
10厘米=1分米
10分米=1米
10米　=1公丈
10公丈=1公引
10公引=1公里

1厘米=0.3937英寸
1英寸=2.54厘米
1分米=3.937英寸
1英尺=3.048分米
1米　=39.37英寸
1码　=0.9144米
1公丈=1.9884杆
1杆　=0.5029公丈
1公里=0.62137英里
1英里=1.6093公里
1英寻=1.828米(6英尺)

1平方厘米=0.1550平方英寸
1平方英寸=6.452平方厘米
1平方厘米=0.1076平方英尺
1平方英尺=9.2903平方分米
1平方米　=1.196平方码
1平方码　=0.8361平方米
1英亩　　=3.954平方杆
1平方杆　=0.2529英亩
1公顷　　=2.47英亩
1英亩　　=0.4047公顷
1平方公里=0.386平方英里
1平方英里=2.59平方公里

1立方厘米=0.061立方英寸
1立方英寸=16.39立方厘米
1立方分米=0.0353立方英尺
1立方英尺=28.347立方分米
1立方米　=1.308立方码
1立方码　=0.7646立方米

1克　　=0.03527盎司
1盎司　=28.35克
1公斤　=2.2046磅
1磅　　=0.4536公斤
1公吨　=1.1023美国商用标准吨
1美国商用标准吨=0.9027公吨

10毫升=1厘升
10厘升=1分升
10分升=1升
10升=1公斗
10公斗=1公石
10公石=1千升

热传导率，k
1卡(热化学的)/厘米·秒·摄氏度=418.40瓦/米·开[尔文]
比热，C
1卡(热化学的)/克·摄氏度=4184.00焦耳/千克·开[尔文]

为便于将旧的计量制转换为新的计量制，特列表如下。

英国常用计量单位与国际计量单位对照表

1 英尺＝0.3048 米

1 英寸＝25.4 毫米＝2.54 厘米

1 毫英寸＝25.4 微米

1英尺^2＝0.0929030米^2＝929.030厘米^2

1英寸^2＝645.16毫米^2＝6.4516厘米^2

1码^3＝0.764555米^3

1英尺^3＝28.3168分米^3

1英寸^3＝16.3871厘米^3

1加仑(英)＝4.54609分米^3＝4.546升

1加仑(美)＝3.78541分米^3＝3.785升

1夸脱＝1.13652分米^3＝1.137升

1品特＝0.568261分米^3＝0.568升

1英尺/秒^2＝0.3048米/秒^2

1 吨＝1016.05 公斤＝1.01605 公吨

1 英担＝50.8023 公斤

1 磅＝0.45359237 公斤

1 盎司＝28.3495 克

1磅/英尺^3＝16.0185公斤/米^3

1磅/英寸^3＝27.6799克/厘米^3＝27.6799吨/米^3

1磅/加仑＝0.0997763公斤/分米^3＝0.09978公斤/升

$$°F=\frac{℃\times 9}{5}+32$$

℃＝K－273＝绝对温度－273

1 吨力(松散地 1 吨)＝9.96402 千牛顿

1 磅力(松散地 1 磅)＝4.44822 牛顿

1吨力/英寸^2＝15.4443兆牛顿

1磅力/英寸^2＝6894.76牛顿/米^2＝68.9476百帕

1英尺水柱高＝2989.07牛顿/米^2

1英寸水柱高＝249.089牛顿/米^2

1英寸水银柱高＝3386.39牛顿/米^2＝33.8639百帕

(1 托＝1 毫米水银柱高)

1 色姆＝105.506 兆焦耳

1 马力小时＝2.68452 兆焦耳

1 千瓦小时＝3.6 兆焦耳

1 英国热量单位＝1.05506 千焦耳

1 英尺磅力(松散地 1 英尺·磅)＝1.35582 焦耳

1 马力＝0.745700 千瓦＝745.700 瓦(焦耳/秒)

1 英尺磅力/秒＝1.35582 瓦

1 英国热量单位/小时＝0.293071 瓦(焦耳/秒)

1 英国热量单位/英尺^2·小时＝3.15459瓦米$^{-2}$(焦耳/米^2·秒)

国际计量单位为 10 的正次幂和负次幂倍数时，可用下列方法加以前缀词

国际单位要乘的倍数	英文前缀词	中文	符号*	
			英文	中文
10^{12}	tera	兆兆	T	太〔拉〕
10^{9}	giga	千兆	G	吉〔咖〕
10^{6}	mega	兆	M	兆
10^{3}	kilo	千	k	千
10^{2}	hecto	百	h	百
10	deka	十	da	十
10^{-1}	deci	分	d	分
10^{-2}	centi	厘	c	厘
10^{-3}	milli	毫	m	毫
10^{-6}	micro	微	μ	微
10^{-9}	nano	毫微	n	纳〔诺〕
10^{-12}	pico	微微	p	皮〔可〕
10^{-15}	femto	毫微微	f	飞〔母托〕
10^{-18}	atto	微微微	a	阿〔托〕

* 每个前缀词的符号可与另一符号组合成新的组合符，或者 10 的正次幂或负次幂相乘可成为新的前缀符号。

本书所用的缩写符号

符号	含义
~	大约
Btu	英国的热量单位
℃	摄氏度
cm	厘米
eH	氧化还原电位
°F	华氏度
ft	英尺
g	克
h	小时
in	英寸
K	绝对温度
kg	千克
kHz	千赫
km	公里
kn	节(有的地方用 kts)
L	升
lb	磅
m	米
mg	毫克
mL	毫升
mm	毫米
mph	每小时英里
%	百分数
pH	氢离子浓度
ppm	百万分之几
ppt	千分之几
‰	千分之几(盐度)
psi	磅/英寸^2

目　录

词 目 表

2 画

3 画

4 画

5 画

6 画

7 画

8 画

9 画

10 画

11 画

12 画

13 画

14 画

15 画

16 画

17 画

18 画

19 画

2 画

二氧化硅(SILICON DIOXIDE)

见"硅石"。

丁坝(GROIN)

见"海滩"。

七鳃鳗或海七鳃鳗(LAMPREY or SEA LAMPREY)

属七鳃鳗目的寄生海洋动物[圆口亚纲(cyclostomes)]的统称;有些七鳃鳗长达约1米。

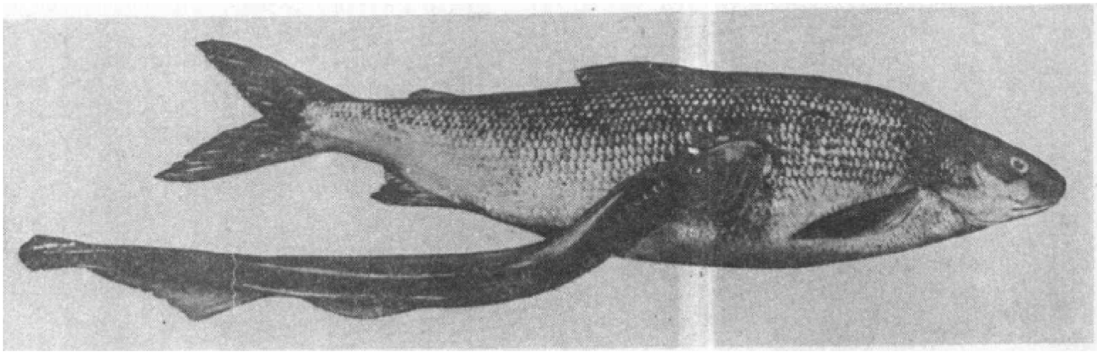


图1 一条七鳃鳗紧紧地附着在一条白鲑上。一旦附着在鱼体上,七鳃鳗就固定在这一位置上直到它的受害者死亡

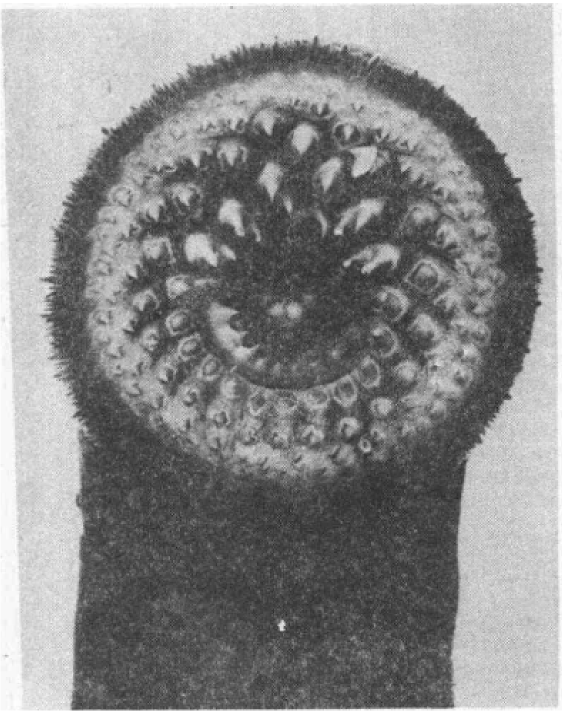


图2 一条典型的成年七鳃鳗大张着它那洞穴似的嘴,显示了一幅它的牙列的奇观。所有的牙齿是坚硬的,以锉掉鱼肉

约有24种七鳃鳗生活在世界海洋中的北美、欧亚的和亚南极水域内。许多七鳃鳗是溯河性的,它们离开海洋水域到湖泊和河流中去产卵。这些寄生动物并不是真正的鳗鱼,因为它们缺少成对的鳍和颌[参见 "鳗鱼"],具有漏斗形的嘴。海七鳃鳗附着在鱼体的侧面,用牙齿钻透鳞片,然后以吮吸寄主的血和体液为生,这种动物有时也称作岩石吸附者,由于它们在等待捕食物时有紧附在岩石上的能力。

海七鳃鳗(*Petromyzon marinus*)也许是最著名和最熟悉的。在本世纪20年代,这种鱼洄游到美国大湖的上部,在那里进行破坏湖鳟群,造成这一地区的商业性捕鱼业的崩溃[参见 "商业性海洋捕鱼业"]。50年代到60年代,在通向大湖的约300条溪流中有效地使用了消灭七鳃鳗幼体,名为TFM(3-三氟甲基-4-硝基苯酚)的化学药品。这一控制加上对这一水域重新放养其它品种的鱼如鲑鱼的规划,才使得这一地区的资源得以大规模地恢复。

人鱼袋(MERMAID'S PURSES)

通常把鳐鱼和鲨鱼卵的外壳称为人鱼袋。鳐鱼和有几种鲨鱼把受精的卵,每次一个或两个喷射到扁平的袋中去。这个袋是当卵经输卵管下来时在卵周围形成的。袋的外层在海水中硬化形成像皮革一样的人鱼袋。人鱼袋常被水冲到海岸上,或在高潮线的海藻上出现[参见 "海藻"]。每个人鱼袋的四角上有一短的、中空的角,水可以自由地通过每个

角，对卵充气。每一个外壳含有一个胚胎，胚胎发育需要15个月，发育时间根据品种而不同。

人造卫星(SATELLITES)

参见 “海洋仪器”；“空间海洋学”。

几内亚海流(GUINEA CURRENT)

几内亚海流起源于佛得角附近，沿非洲西海岸流向东南，然后转而向东流入几内亚湾，以后该海流向南弯曲并向西并入南赤道流［参见 “赤道流系”］。几内亚海流是加那利海流东部分支的续流，由赤道逆流将其增强。几内亚海流的流速大约为0.5—0.9节，表层水的温度在25—28℃的范围之内。

3 画

下降流(DOWNWELLING)

见"上升流"。

大洋(OCEAN)

这个名词来自希腊神话中的Oceanus(希腊语为Okeanos)。Oceanus是神话中太坦神的长兄，尤拉纳斯神(天王)和大地神(地王)的儿子。Oceanus的女儿和外甥女共有3000个，都是保护海洋的女神(如Doris, Electra, Amphitrite等)。人们往往把Oceanus描绘成一个留长胡子、戴牛角质头饰的老头子。说他是神的活动的积极参加者，倒不如说他是个旁观者。荷马[1]把Oceanus描绘成是围绕圆形大地平原川流不息的长河(在古代人看来，大地平原的边缘都是水，就是大西洋)。因此，占地球十分之七的水界，都被认为是来自神话中的水神，是天王和地王的产儿，是保护着水圈的仙女之父。

大洋洲(Oceania或Oceana，或Oceanica)这名称，本来用作除了欧亚大陆、非洲和美洲之外，对其余陆地的总称。最初，大洋洲包括：澳大利亚洲、印度尼西亚(印度)群岛和太平洋群岛。现在，大洋洲仅指波利尼西亚、密克罗尼西亚和美拉尼西亚群岛所属地理范围内的太平洋小岛。

"海洋事业"(Marine)一词，通常指与海或洋有关的事物的总称，包括从装备(海洋泵)到海军部队，到海洋学科学本身(海洋地质、海洋沉积、海洋气候等)。

"海"与"洋"两词，经常可互换使用。例如，我们讨论海底和海里生物的特征时，所用的"海"字，改用"洋"字也同样是正确的。所谓"公海"乃指世界大洋尚未划定政治归属的部分。"领海"系指已被划定归属的那部分海洋。古时候，所谓七大海洋，就是指印度洋(Erythraean)、红海(Sinus Arabicus)、波斯湾、黑海(Pontus Euxinus)、亚速海(Polos Maeotis)、亚得里亚海和里海。这些就是当时略知其大小的水域。今天，只要一提到七大海洋，就必然是指：北冰洋、南大洋、印度洋、北大西洋、南大西洋、北太平洋和南太平洋。

对于"海"这个词，尚无一个明确的科学定义，也不易对现在被称为海的那些水域给予确切的定义。也许可以说，凡是部分被陆地包围，并具有独特的理、化特性的大洋水域，就是海。但并不包括如亚速海、里海、死海和索尔顿海等不与大洋相通的海。那么，对北大西洋中部的马尾藻海，又该作何解释呢?

更为复杂的是"海湾"这个词，英文有三个同义词(Gulf, Bay和Bight)，都可随便互相通用，但略有细微的区别。"Gulf"往往是指其长度大于宽度的水域，如波的尼亚湾、芬兰湾和加利福尼亚湾[参见"加利福尼亚湾"]。当然，如按此定义，红海就应叫做红湾了。所谓"湾(Bay)"，可定义为在两个相分开的海岬之间的宽阔水域，也可称之为"Bight"，例如大澳大利亚湾(Great Australian Bight)、沃尔维斯湾(Walvis Bight)和那不勒斯湾(the Bay of Naples)。世界大洋的边缘水域，由于无确切的定义，对它的某些称呼也是不恰当的。如印度次大陆两侧的阿拉伯海和孟加拉湾，就是一个极为典型的例子。

海可分为封闭海和部分封闭海。封闭海也称内陆海，或地中海，如地中海、墨西哥湾和加勒比海都是。北冰洋曾一度被称作北极海，而且被看作是一个地中海。部分封闭海，有一宽阔的进出口与大洋相通，例如北海和威德尔海。至于那些与大洋敞开相通的海，通常称为边缘海或附属海，它又可分浅海和深海，或者，完全在陆架上的海，可称为陆架海。

海和湾(gulfs and bays)往往互相连在一起，并有较狭窄的水道(passage)、航道(channels)或海峡(straits)与大洋相通。这些名称之间无明显区别，可互相通用，如向风海峡(the Windward Passage)、直布罗陀海峡(the Strait of Gibralter)和英吉利海峡(the English Channel)。

1)古希腊的著名诗人。——译注

大潮(SPRING TIDE)

见"潮汐"。

大叶藻(EELGRASS)

大叶藻(*Zostera marina*)是一种完全淹没在浅海水中生长开花的植物[眼子菜科(Patamogetonaceae)]。这种不寻常的植物产于从亚北极带到亚热带的北半球沿岸，但在南半球，人们也发现有与它有关的种。另一种海洋开花植物考氏聚伞藻(*Posidonia caulini*)则只在地中海中生长。在大西洋的热带部分也有丰盛的海龟草(*Thalassia tertudinum*)的草床。所有这些草为数量巨大的海洋生物提供支柱和天然栖息场所。

除了它的许多复杂的生态学方面的作用之外，干的大叶藻叶子已用作燃料，包装和沙发材料，绝缘材料，饲料和肥料。但是海洋用作谷物生产的唯一有记录的事例是在墨西哥海岸赛利印地安人收获大

叶藻。印地安人制造大叶藻谷物是由收割长谷物的部分，在日光下干燥，用木棒打击，将穗放在手掌中搓，使种籽脱落，然后在风中扬播产物（在空中扬动以除去外壳），再烘烤，重新在风中扬播，磨成粉；最后用粉煮成稠的粥，具有平淡的味道。与小麦面粉一样的大叶藻谷物面粉可以添加各种风味，它的蛋白质和淀粉含量与小麦大米和其它谷物比较，不相上下，即含蛋白质 13.2%，淀粉 50.9%，粗脂肪 1.0%。

大叶藻除了它的作为谷物的潜在力量之外是海龟和水鸟的重要食物。但最重要的作用是生态学方面的，作为浅水泥滩的固定器和作为海湾和其它海岸区域的生产力的维持者。

参见 "海草"。

大西洋(ATLANTIC OCEAN)

世界第二大洋（面积仅次于太平洋），是罗马人根据非洲西北部的阿特拉斯山脉(Atlas)的名称而命名的。大西洋也是最年轻的海洋，距今只有一亿年，是由于大陆漂移引起美洲大陆与欧洲和非洲大陆分离后而形成的。大西洋的西面以南北美洲为界；东面以欧洲和非洲大陆为界。至于它的南北界限，现在存在着不同的意见。有的人认为把北冰洋看作是大西洋的一个海比较合适，那么大西洋的北面就以西伯利亚和北美之间的白令海峡为界。然而，由于北冰洋早已被公认为是一个独立的大洋，所以大部分人认为北斯匹次卑尔根的纬度应是大西洋的北部边界，其中包括格陵兰海和挪威海。

与上类似，关于大西洋的南部边界也有争议。由于国际水道[测量]局(IHB)没有正式承认环绕南极洲的南大洋，所以大西洋的南部边界一直延伸到这个冰大陆的海岸。在这种情况下，取东经 20°线做为大西洋在非洲和南极洲之间的东部边界；取南美洲与南极洲之间距离最短的连线为西部边界。然而，有一些权威人士建议最好用向东延伸的浅水等深线做为大西洋的西部边界。这条线将通过马尔维纳斯群岛[1]、南桑德韦奇群岛、南奥克尼群岛和南设得兰群岛。照此划分，斯科舍海将属于太平洋。如果承认许多海洋学家们所喜欢用的南大洋，这样大西洋的南部边界就将是南纬 55°。但还应该注意，关于南大洋北部边界的确定问题，不同的部门看法也不相同，有的取南纬 60°、有的取南纬 55°、南纬 40°，还有的取南纬 35°。

经过比较严格的分析测量，大西洋的面积为 8413.6 万平方公里，容积为 3.064 亿立方公里，北大西洋的平均深度是 3285 米，南大西洋的平均深度是 4091 米。已发现大西洋的最深处在波多黎各附近的波多黎各海沟，其深度为 9200 米。如果把加勒比海、地中海及其它边缘海都计算在内，那么大西洋的总面积就是 1.06 亿平方公里。

由于大西洋与东西两侧大陆间的气候关系，加上受地形（如安第斯山的位置）的影响，使大西洋的汇水量比太平洋或印度洋多三倍，因此可以发现大西洋的低盐水流入各大洋。两个最长的边缘海是加勒比－墨西哥湾系统和地中海，穿过这些边缘海，大西洋借助人工运河与另一个大洋相通。其它的边缘海除了格陵兰海、挪威海和凯尔特海外，还有北海、波罗的海、爱尔兰海、黑海、伊尔明格海（在格陵兰与冰岛之间）、拉布拉多海、斯科舍海和威德尔海。

早期探险　横贯大西洋的最大距离是墨西哥海岸与非洲海岸之间的距离，约有 7240 公里；最小距离是巴西海岸的圣罗克角与西非海岸的塞拉利昂之间的距离，只有 2413 公里。毫无疑问，相对说，比较窄的大西洋密切了欧洲与美洲"新大陆"之间的文化和商业联系。大西洋在世界大洋中也是迄今为止人们了解最多、调查最详细的一个。然而，在早期人们并不知道有"新大陆"存在，认为从欧洲往西行驶首先经过的陆地是日本、中国和印度。根据古希腊天文学家托勒密(Ptolemy)的观点，从欧洲到日本、中国和印度的距离估计约为 11263 公里。两千多年前的科学家波西多尼斯认为环绕地球一周的距离为 28962 公里，大多数人认为这个数字比古希腊天文学家埃拉托色尼所估计的 38616 公里更准确一些，可能最初的探险者被 38616 公里这个数字吓住了，所以后来才决定开辟一条通向东方的大西洋贸易航线。

关于大西洋的航海活动情况最早见著于古希腊历史学家希罗多德的报告。根据他的建议，公元前 7 世纪埃及国王尼科(Necho)派遣腓尼基人乘船通过红海向南绕非洲航行，然后通过直布罗陀海峡返回。据史料记载，这次航行费时四年之久。又据历史记载，迦太基人首领汉诺(Hanno)大约在公元前 500 年曾带领船队驶出直布罗陀海峡，然后向南沿非洲海岸航行。记录资料证明，他在返回之前就已到达过几内亚湾。很有可能所有位于欧洲和非洲近海的岛屿早已为腓尼基航海者们所了解。为了揭开腓尼基人经商的秘密，希腊的探险家皮特阿斯于公元前 325 年乘船驶出直布罗陀海峡，然后向北航行。当他确信已经通过了比斯开湾后，又绕大不列颠岛向北航行 6 天后到达了冰海边缘。据推测，皮特阿斯的第二次远航是沿着北海海岸航行的，而且已经进入了波罗的海。

到公元前 3 世纪中期，罗马帝国成为统治地中海和西到大不列颠岛广大区域的强国，但罗马帝国对大西洋的探测贡献并不大。中世纪末，北欧人重新恢复了向西探险的兴趣。据说，爱尔兰的僧侣圣布伦丹(St. Brendan)曾在公元 565—573 年乘船寻找"圣徒们的希望之地"，并且到达了以后地图上标记的"圣布伦丹岛"。公元 9 世纪，正当古代的斯堪的纳维亚的海盗船沿着欧洲海岸向南扩张袭扰的时候，寻求"世外桃园"的爱尔兰僧侣们已经在冰岛上定居下来。同一时期，赫尔格兰的奥特尔(Other)也

已乘船绕过挪威北部的北角进入白海。后来，一艘偏离航线的北欧海盗船无意中发现了冰岛和为数不多的爱尔兰僧侣移民，到公元1100年，这个岛上的挪威人和爱尔兰血统的居民已有5万人。10世纪初，Gunnbjorn在冰岛的西面发现了几个岛屿，这个发现促使了埃里克继续向西去进行探险，并于982年发现了格陵兰殖民地。在公元1000年前后，埃里克的儿子曾在北美海岸进行过探险考察。

15世纪的前十年被看做是新发现的黄金时代的开始。在葡萄牙航海家亨利王子的鼓励和率领下，1419年J.G.札科(J.G.Zarco)和T.V.泰克西利(T.V.Teixeria)乘船南下时发现了马德拉群岛。在以后的几次远航时，他们往南到达博查多尔角。此后的一段时间被看做是黑暗的航海时代，因为自那以后海洋考察活动曾一度处于停顿状态。直到1434年，G.埃恩(Gil Eane)才打破这个局面，驾船航行到博查多尔角。1460年，当著名的航海家亨利王子去世时，他的船正从事海上贸易和探险调查并向南到达过帕尔马斯角。1488年，B.迪亚斯(B.Dias)乘船绕过好望角，为1497年V.伽马(V.Gama)远航印度探清了道路。从第一次绕非洲航行时算起，到第二次绕非洲航行一周截止，前后共用了2200多年。

航行在葡萄牙-丹麦航线上的航海家V.科特里尔(V.Corte-Real)于1472年曾考察和到达过纽芬兰海岸和北美海岸。1492年，费尔南德(J.Fernandes)也曾考察过格陵兰、纽芬兰海岸，可能还到达过北美海岸。但是历史却将荣誉授予新大陆的发现者哥伦布，他曾在1492、1493、1498、1502年先后四次进入加勒比海。在哥伦布发现美洲新大陆之后，P.A.卡布拉尔(P.A.Cabral)于1501年发现了巴西。1501年，在A.贡萨尔维斯的指挥下，考察船到达巴西海岸后，又从圣罗克角出发向南航行了1600海里，到达南里奥格朗德。1519—1520年，麦哲伦率领船队通过麦哲伦海峡进入太平洋，完成了对南美东海岸的考察。在麦哲伦之后，F.德雷克于1577年、T.卡文迪什(T.Cavendish)于1586年、R.霍金斯(R.Hawkins)也都相继沿着麦哲伦的航线从大西洋驶入太平洋。但是在1615年以前还没有一次考察是绕过合恩角的，直到1615年，荷兰的J.梅尔(J.le Maire)和J.斯考顿(J.Schouten)所率领的船队才首次绕过南美洲最南端的合恩角，穿过南美洲与南极洲陆缘冰之间的德雷克海峡进入太平洋。

早期的大西洋考察随着1772年英国的J.库克的环球航行宣告结束。古代的传说中在南方有一块被古人称为"澳大利斯"的大陆，可是库克绕南极洲航行了一周却没有发现这块大陆，这说明：如果有陆地存在，那么它的面积一定比预料中的要小。南极洲海岸最早是在1826年由J.布里斯科(J.Briscoe)发现的。

大西洋的海洋学考察始于J.C.罗斯在1839年首次进行的深海测量和L.阿加西斯与W.汤姆逊(W.Thomsen)在1860年进行的海洋生物研究。M.F.莫里于1853年开始对大西洋进行系统的调查。他曾倡议收集商船上所记录的水文气象观测资料，这个倡议为现今每月出版海图奠定了良好的基础。

海底地貌 虽然现在还没有足够的证据来证明大西洋早在1亿—1.2亿年前就已存在，但大多数人都承认美洲大陆是在近两亿年内随着大陆漂移才开始与欧洲和非洲大陆分离的。分离的中心点位于冰岛北部的某处，所以这些大陆的边缘如同一把张开的大剪刀的刀刃。分离的中央是大西洋海岭，它是地球上最大山脉——大洋中脊的一部分。大洋中脊绵亘4万多海里，穿过了所有海盆、大西洋海岭是大洋中脊比较典型的部分，宽约1500公里。它的第一个明显的变化就是海岭的高度变化，从深海平原开始，海岭逐渐升高，形成了崎岖不平和有大断裂的海底山峰，峰巅距水面约1800米，距海底约1000—3000米。沿着海岭的中轴，有一条很深的裂谷，谷底比侧峰低约1800米，宽约24—48公里。这个裂谷表示出大西洋海底两侧的分裂带。大西洋海岭崎岖不平是由转换断层引起的。因为随着海底地壳变化，应力逐渐积聚，为了释放出这缓慢积聚起来的应力，不时发生岩石沿着一条东西走向的线滑动，因而在一些区段，如南美洲与非洲凸出部分之间的罗曼海沟，使大西洋海岭的轴线偏移了几海里。

大西洋海岭沿着大西洋海盆的中心线延伸，向北穿过冰岛进入北冰洋；它的南部在南纬55°左右与印度洋海岭的西南端相联，然后又向北延伸，最后进入红海。在大西洋海岭上，一些露出水面的周期性火山峰形成了岛屿，象冰岛、圣保罗岛、阿森松岛、圣赫勒岛、特里斯坦达库尼亚群岛、果夫岛、布维岛等，均属于此种类型的岛屿。这些露出水面的火山峰最高的是亚速尔群岛上的皮科峰，它高出海面2321米。

与太平洋和印度洋相比，大西洋海岭侧缘和外大陆架之间的大西洋海盆底部的地形并不特别复杂，海底上只有少数几个火山和平顶山，它们所形成的岛屿有法罗群岛、马德拉群岛、费尔南多波群岛、普林西比群岛、圣多美岛、安诺本岛、费尔南多德诺罗尼亚岛、德林达德岛、南桑德韦奇群岛等，此外，亚速尔群岛、加那利群岛、佛得角群岛和小安的列斯群岛等，也主要是由火山形成的。百慕大群岛是由旧火山锥上的珊瑚礁形成的。大西洋的其它岛屿，如不列颠群岛、大安的列斯群岛、马尔维纳斯群岛及南乔治亚岛等，属于陆地性岛屿。在这个区域的洋底上分布着一系列海盆，来自陆架上的沉积物慢慢地充填到海盆里，海岭又将这些海盆分隔开。正对着刚果河口的安哥拉海盆就属于这种情况。安哥拉海盆的面积有14万平方公里，来自大西洋中最大的海底峡谷刚果峡谷的沉积物充填到海盆的北部。安哥

拉海盆的北面被几内亚海岭将其与几内亚海盆分开；南面被沃尔维斯海岭与开普海盆分开。大西洋海底上的海盆从南到北大致也都是这样分布的。

大西洋海盆及附属海的沉积物主要来自于海洋本身，约占全部沉积物的75%，其中47%是钙质球房虫软泥，5%是硅藻软泥，18%是红粘土，其余的沉积物大部分是河流从陆地上搬运来的，它们在混浊流的作用下，大部分被带到深海平原上。

大西洋周围的大陆架主要分布在东西两侧的沿海一带。例如，南北美洲东部的大陆架发育得比欧、非西岸的大陆架好，面从挪威沿海延伸到北海的陆架及不列颠群岛周围的陆架除外。其它的陆架，如好望角周围的陆架，相对说来窄了一些。

海流 大西洋的表层环流主要包括位于赤道南北的两支大的旋转流。这两支旋转流的主要区别是：北大西洋旋转流的方向是顺时针方向，南大西洋旋转流的方向是反时针方向。南赤道流和北赤道流都是由东向西流经大西洋的赤道区，将暖而咸的海水带到南北美洲东岸海区。南赤道流的一部分在美洲海岸附近转向，向北进入加勒比海，成为加勒比海流；另一部分则向南流去，成为巴西海流。北赤道流沿美洲海岸向北流去，成为安的列斯海流，这支海流在巴哈马群岛附近与加勒比海流（即佛罗里达海流）汇合，然后流过墨西哥湾，从佛罗里达海峡流出，形成了著名的湾流。这支海流在纽芬兰外海称为北大西洋海流，向东流过大西洋后，又分为两支，一支流入挪威海，叫做挪威海流；另一支沿着欧洲和非洲海岸向南流去，成为加那利海流。北大西洋海流在它由西向东流动的过程中，受到拉布拉多海流和由北冰洋海盆流出的东格陵兰海流所带来的冷水的影响。

马尾藻海的形成与北大西洋旋转流系统有关，它正位于旋转的中心，是一个比较温暖的大水团，在边界流和科里奥利力的作用下缓慢地旋转着。它的得名是因为表面布满了大量海藻（马尾藻）的缘故。

在南大西洋，南赤道流的一部分改变方向，沿着巴西海岸向南流去，成为巴西海流。然后又逐渐转向，朝东流去，与绕着南极洲流动的西风漂流汇合。在非洲海岸附近，西风漂流有一部分其方向发生了变化，沿着非洲西海岸向北流动，成为本格拉寒流。如同向南流动的加那利海流一样，本格拉海流在赤道区与向西流动的南赤道流和北赤道流汇合，从而完成了两个大回转。

当然，表层流并不表现为整个大西洋的水都在流动。在一些深度上有几支缓慢运动的海流，这几支海流最初是由于某些区域海水变冷而引起的。变冷的海水慢慢地下沉，沉到一定深度后，其密度与周围海水的密度趋于一致，形成冷水团，这些冷水团逐渐向外扩散，成为流速很小的海流。例如亚北极的底层水，它们在北冰洋海盆被降温后，流过格陵兰和苏格兰之间的海岭，它们向南甚至可以到达北纬50°以南。而从南极洲海岸附近下沉的南极底层水所形成的缓慢流动的海流，向北竟然可达到北纬40°。科学家们调查发现，这部分水向西可到中大西洋海岭，并且通过罗曼什海渊流入东部海盆。北大西洋深层水在拉布拉多海和伊尔明格海下沉，在2000—3000米的深处向南流动，这条水下河流与经过直布罗陀海峡由地中海流出的冷而且密度大的海水会合，一直向南流去，直到南极洲附近才上升到表面。

由于大西洋中存在着巨大的沉降流和上升流，所以海水中氧的含量高于太平洋和印度洋，对大西洋中海洋生物的生长繁殖具有深远的影响。

潮汐 大西洋的潮汐类型属于半日潮（每天出现两次高潮和两次低潮），但不同区域的潮位变化非常明显。潮汐类型中的无潮点出现在南纬55°、巴西与非洲黄金海岸之间、小安的列斯与北非之间和北纬55°。大洋上的平均潮差约为1米，但巴西的里奥格兰德近海的潮差却是16厘米，波多黎各则只有9厘米。除去这些结点外，其余一些地方的潮差明显增加：阿根廷的格兰德湾为9.74米；英吉利海峡的圣马洛湾为10.53米；不列颠海峡为11.47米。芬地湾的潮差是世界上最大的，它的朔望大潮可达14.14米。

资源 大西洋拥有几个世界上最富饶的渔场，但这些渔场大部分分布在北大西洋的欧洲、北美、格陵兰和冰岛近海，少数几个分布在南极附近水域。捕鱼国所捕捞的鱼类有：鲱鱼、西鲱鱼、鳍鱼、沙丁鱼、沙脑鱼、鳕鱼、鹰鲽、狗鳕、拟庸鲽、比目鱼等。

自从1904年第一艘捕鲸探险队来到南极海域后，那里就一直是大西洋最重要的捕鲸鱼场。然而，随着鲸鱼数目的减少，市场上对鲸鱼制品的需求量下降和受世界各地自然资源保护者的压力，捕鲸业日渐衰退。在头年12月至第二年3月的捕鲸季节里，挪威、日本、苏联的捕获量仍居于领先地位。主要的捕鲸区在西南非洲近海、马尔维纳斯群岛海域和南大洋的罗斯海。

大西洋海盆的矿物资源主要来自于大陆架，它们具有很重要的利用价值。北美和欧洲的一些国家从近岸浅水区挖掘砂子和砾石做建筑材料。非洲奥兰治河口的近岸海床已发现了金刚砂矿。美国得克萨斯州的自由港和英国的泰晤士河上的哈特尔浦建立了规模很大的海水综合利用工厂，从海水中提取金属镁。自由港的工厂还从海水提溴。当然，石油和天然气是从近岸海区开采出来的最有价值的资源。海上石油钻探是本世纪30年代首先在墨西哥湾得克萨斯近海开始的，近几年来发展很快，现在北海海底也已经发现了石油。美国东海岸的部分陆架现在已出租给一些石油公司进行石油、天然气勘探。

1)原文为福克兰群岛。——译注

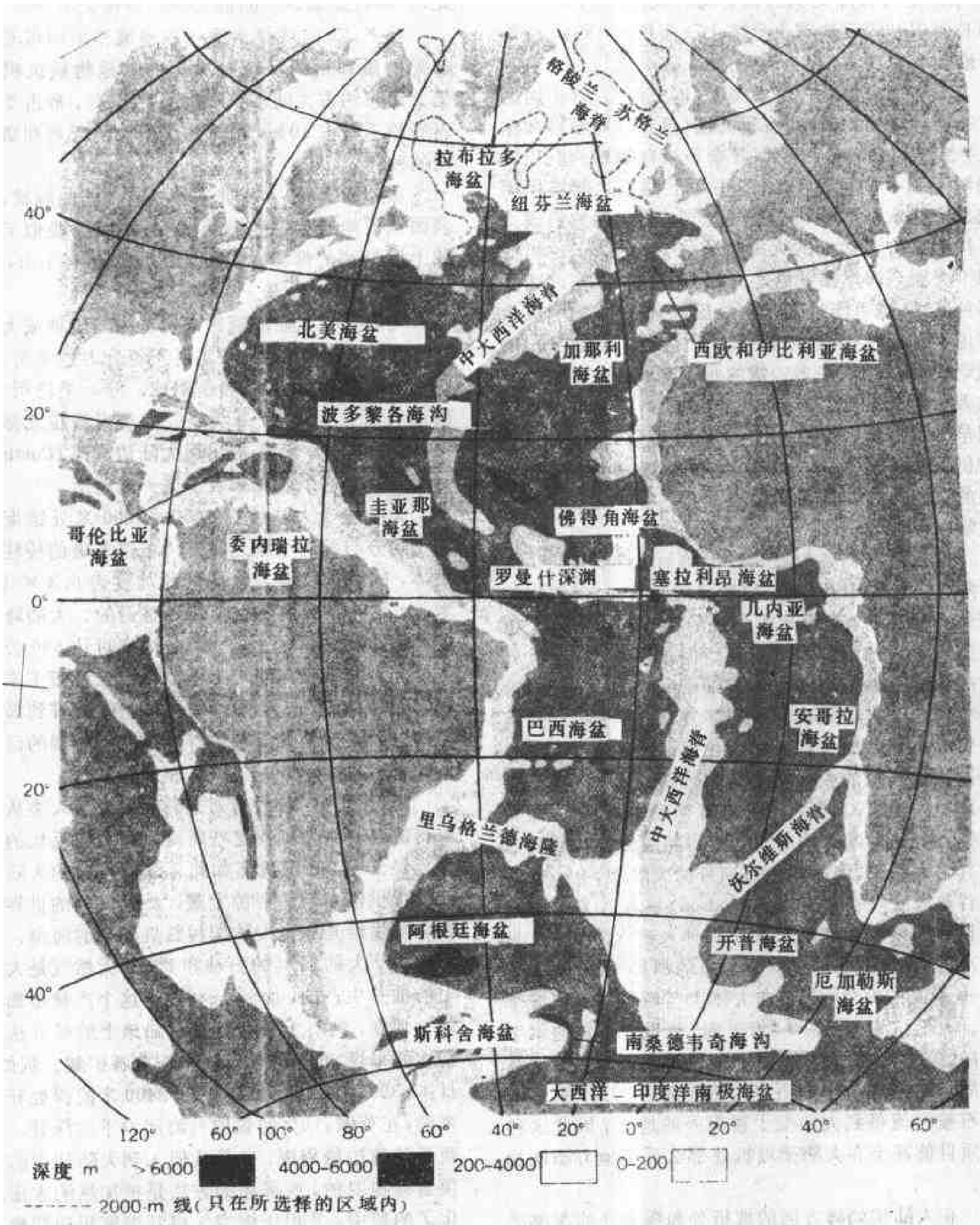


图　大西洋

大陆坡（CONTINENTAL SLOPE）

见“大陆架”。

大陆架（CONTINENTAL SHELF）

大陆边缘沉没在水下的部分，它所包括的区域是从低潮线向海方向伸展到海底、坡度突然变陡和加深的地方。“坡折点”的深度范围为 21—621 米，但在全世界，该深度的平均值约为 133 米。长期以来，183 米的等深线被用作大陆架的外界，这样做是由于早期的海图只有三种等深线，即 18.3 米，183 米和 1830 米。

大陆架的宽度范围从零（像巴拿马西海岸那样的陡峭海岸线）到宽至 1206 公里（如巴伦支海下的大陆架），全世界大陆架的平均宽度为 78 公里。大陆架向海方向的平均坡度为 0°07′，里边一半比外边一半稍陡些。大陆架最平坦部分的平均深度为

70 米。尽管大陆架只占世界海洋总面积的 7.5%，但其面积却等于地球上全部大陆面积的 18%，约等于欧洲和南美洲加在一起的面积。

大陆架分为两种基本类型，即火山物质(由熔融状态凝结后的物质)和沉积物质(砾石，砂，粉砂和粘土)组成的。后一种类型看来是来自陆地的沉积物在海岸和大陆架外缘的某些水下堤坝之间堆积而成。这些水下堤坝可能是构造形成的，例如组成太平洋海盆许多边缘的火成物质的上冲断块；也可能像中美洲东海岸佛罗里达周围和澳大利亚东北海岸那种藻礁；也可能是隆起的盐丘(上覆沉积物的重量作用于深部厚盐层而迫使其向上隆起形成盐丘)，例如组成墨西哥湾许多边缘的那种盐丘；也可能像沿北美和南美东海岸分布的那些地区，在那里，水下堤坝早已被沉积物覆盖，由于沉积物本身的休止角，目前仍保持了堤坝的外坡。据估计，这些水下堤坝后面的沉积物平均厚度约为 2 公里，总共占据了世界大陆架中 5000 万立方公里的体积。

地质学家们曾有过比较简单的看法，他们认为大陆架是一种不具特色、坡度平缓的平原，其沉积物是分级分布的，从靠近海岸处的粗砂和砾石到大陆架边缘附近的细粒粉砂和泥。但是，从第二次世界大战期间开始直至最近的详细研究表明，情况恰恰是相反的。大陆架表面有很多复杂的地形，这是由于形成大陆架的条件长期变化而造成的。例如，经受过冰川作用的大陆架上有冰蚀槽，如挪威峡湾外的那些冰蚀槽，其深度可达 305 米到 1524 米。在大陆架上的这种冰蚀槽越向外变得越浅。与此相对应的其它大陆架，例如纽约海岸外的大陆架，有一种海底谷和海底峡谷[哈得逊(Hudson)峡谷]，它以不断增长的深度切割大陆架并一直伸入到大陆坡处(见后)。还有像沿北美东海岸分布的那种大陆架，它有 6—9 米高的海岭，其走向大体上与现在的海岸线平行。人们认为，这是在"海平面"较低时形成的水下砂岛[参见 "海滩"]。由于全世界大部分大陆架在最后一次冰期海平面下降时都暴露了出来，粗砂和砾石被海流带到大陆架上很靠外的地方，因此这种物质目前甚至在大陆架坡折处那么远的地方都能找到。

在大陆架朝海方向的坡折处和深海底的深海平原之间是大陆坡和大陆隆。这两种地形，无论是在其起源还是沉积特性方面都与大陆架有着密切的关系。

大陆坡 采用最简化的形式，大陆坡可定义为大陆架外缘向深处倾斜的倾斜面或大陆架朝海方向的边缘处海底比较陡峻的部分。这样定义的海底坡度的范围为 3°到 6°，平均为 4°，而其深度范围为 100—300 米到 1400—3200 米，其宽度范围为 20 到 100 公里。假如取大陆坡朝海方向边缘的平均深度为 2000 米，那么它就占了海底的 8.5%。大陆坡的平均高度为 3658 米，某些大陆坡可高达 9144 米。因此，大陆坡是地球表面最大的地形特征之一。

看来，大陆坡是由海流和滑坡作用而带来的大陆架物质和由河流直接搬运的陆地物质沉积的结果。泥浆约占大陆坡沉积物质的 60%，砂占 25%，岩石和砾石占 10%，余下的是贝壳的碎屑和微小动物的残体。

从外形上看，大陆坡通常具有一些曲线状，但其表面间歇地被沟壑和海底峡谷所切割，类似于在山坡上所见到的那样。大陆坡上也存在有小山，这可能是滑坡的结果。

大陆架和大陆坡通常合称为大陆阶地或大陆边缘。在某些地区，大陆阶地并不符合上述类型，而是由很多海盆、海隆和海台所组成。这一类的例子有：南加利福尼亚海岸，新英格兰和委内瑞拉北部大陆架以外的地区。有人提出用大陆边缘地(Continental boarderland)这个名词来表示这一类地形。

大陆隆 大陆坡在 1400—3200 米处结束。在这个地方与深海平原之间有一坡度平缓的棱柱形沉积体，叫做大陆隆。大陆隆的坡度为 0.3 米比 610 米，比此更陡的坡度也是相当普遍的。大陆隆的宽度在有海沟存在的地方为零，最宽可达 600 公里。这是从大陆架和大陆坡上下滑或被浊流带下来的沉积物停留的地方，要不这些沉积物就被带到深海平原中去。这也是从海底峡谷口处向外扩展的巨大扇形地所形成的地方。

陆架资源 曾经有过这样的说法：人类从海洋取得的财富是与寻找这些财富的深度成反比的。现在已经证明，情况确实如此。深度较浅的大陆架为人类提供消费用的资源宝藏，大约 90%的世界海产食物的供给是来自大陆架和临近陆地的海湾。早在 1970 年，大约 17%的石油和 6%的天然气是大陆架上的油井生产的，而到 1980 年，这个产量增加了四倍。现在，约有 100 个井口在陆地上的矿井从大陆架内开采煤、铁、镍、铜、锡和石灰石矿藏。例如，在日本，30%的煤是从海平面下 2400 米的深处开采出来的；在英国，10%的煤取自海底以下的深处。在墨西哥湾的边缘周围，硫是从侵入到大陆架内的盐穹顶盖处提取的，所采用的方法是把加热的水压入固化了的硫中，并用压缩空气将其溶液压送到地面。当前开采的其它矿石包括金、金刚石、锡、磷灰石、以贝壳和鲕粒状形式存在的石灰石、砂和砾石。

大陆隆(CONTINENTAL RISE)

见"大陆架"。

大洋水(OCEAN WATER)

见"海水"。

大海鲈(JEWFISH)

见"石斑鱼"。

大菱鲆(TURBOT)

见"比目鱼"。

大马哈鱼(SALMON)

许多鲑科(Salmonidae)鱼类的统称,包括5属24种。许多(海洋型)的鲑由于是溯河产卵鱼类而出名[英文"溯河"(anadromous)一词来自希腊字"向上跑"(running upward)],它们溯河去产卵。在大西洋有一种海洋型的鲑(*Salmo salar*),而在太平洋鲑大约有6种[大鳞大马哈鱼(*Oncorhynchus tshawytscha*);细鳞大马哈鱼(*O. gorbuscha*);大马哈鱼(*O. Keta*);银大马哈鱼(*O. kisutch*);马苏大马哈鱼(*O. masou*)以及红大马哈鱼(*O. nerka*)]。

鲑科中的鱼包括淡水鳟、茴鱼和白鲑,这种密切的亲缘关系可能可以说明海洋鲑类溯河产卵习性的原因。不过,这种回家能力的道理和有关机制并不很清楚。某些权威推测原先这一科的鱼类都是淡水型的,其中一些鱼洄游到海洋中寻求食物。这方面的证据还不是结论性的。不过,不论大西洋还是太平洋的鲑鱼,它们虽然在海洋中度过其生命的大部分(2—3年或更多)的时间,但还是要长途跋涉回到内陆河流的出生地去产卵,这一点是确凿无疑的。各种机制中被这些鱼利用来完成这一功业的,可能是它们的嗅觉和水的味道。大西洋鲑在其五龄时从海洋中游来,主要在11月和12月,并在从欧洲的西班牙到爱尔兰和从北美的拉布拉多半岛到新英格兰沿岸的河川中繁殖。在这里,雌鱼在砂砾的河床上产下它们的卵(大约在一系列的产卵巢中产2000到5000粒),而雄鱼使卵受精。大约经过6个月后,卵孵出,而幼小的一龄幼鲑生长迟缓。当它们长到第三冬末时,这些鱼大约长20厘米,并变成银白色。到这时,它们顺流运动到海洋中去。在海洋中它们大约要度过两年时间。在此期间,它们主要生活在上层,以虾状的甲壳动物的浮游生物以及小鲱和其它鱼类为食。在这两年时间的末尾,它们即准备溯河洄游并产卵。像大西洋鲑一样,太平洋鲑也回到过去它们孵化的同一河流中去。这些鱼大多数在它们2—8龄时,在7月到11月期间回来。与大西洋鲑不同,太平洋鲑产卵后死亡。

这两种到海洋去的鱼类,都具有强大的力量和大的体长;它们不可能依靠这些河流中相当少的食物来维持生活。为保护这些食物供应,大自然赋予回溯到河中去的成熟鲑以充足的脂肪和能量。因此,它们并不需要在淡水中摄食。

大西洋鲑往往在产卵后返回海洋中去,而且它们可以成功地进行繁殖两次或更多次。然而,太平洋鲑一旦进入淡水中即开始化学上的变化。这种变化是不可逆的,并使鲑在繁殖完成后消耗殆尽而死去。

虽然大西洋幼鲑在其降河到海洋中去之前要在河川中停留三几年的时间,而太平洋幼鲑却在孵化后数月内即洄游到海中去。这样,从典型的太平洋沿岸河流中洄游到海洋中的幼鲑至少是从大西洋同样的产鲑鱼的河流中的4倍。

5种主要的太平洋鲑可简单描述如下:

· 大鳞大马哈鱼　是五种鲑鱼中最大的一种,平均13.6公斤左右。典型的大鳞大马哈鱼体侧呈银白色,蓝绿色的背部点缀着小型暗斑。大鳞大马哈鱼的肉中,脂肪非常丰富,其肉色变化从桔红色到几乎白色。

· 红大马哈鱼　这种鲑鱼平均约61厘米长,1.36—2.26公斤重。在产卵时,雄鱼的体色鲜红,头为绿色。其肉色呈桔红色,质地充实,富含油脂。

· 细鳞大马哈鱼　这种鲑也叫驼背大马哈鱼,这是由于在产卵期间雄鱼的外形的缘故。它们普遍存在阿拉斯加水域中,但也见于像俄勒冈的最南方水域。细鳞大马哈鱼的命名由于它肉色较淡,其重量从1.36到2.7公斤不等。

· 银大马哈鱼　这种鱼重从2.7公斤到5.4公斤,长61到91.5厘米。其肉色桔红,但较红大马哈鱼肉色稍浅。

· 大马哈鱼　这些鱼在秋季洄游,是最后回到河川中的太平洋鲑。它的平均体长达91.5厘米,重达4.5公斤。其肉色较其它种鲑较淡,油脂较少。

鲑自古时候起就一直为人类所食用。罗马学者普利尼(Pliny)在公元77年写道:"……河鲑胜过所有在海洋中游泳的鱼。"

长期以来,大西洋鲑和太平洋鲑不仅被高度评价为经济食用鱼类,而且也是游钓鱼类。尽管来自格陵兰、丹麦、瑞典、挪威和联邦德国的船队在挪威外海和波罗的海参加近岸渔业捕捞大西洋鲑,但现在太平洋鲑更多地被大规模开发。大规模捕捞鲑最初是用围网、刺网、大拉网和曳绳钓。不过,两种类型的鱼做为一种资源都曾由于捕捞过度和河水污染以及建立水坝、电站等受到严重威胁。目前,人们对这种困境的认识有所提高,并向资源保护迈进,而且对这些有经济价值的鱼类的一些科学管理,不仅为个别国家而且也被国际协定所采用。

大陆漂移(CONTINENTAL DRIFT)

德国天文学家和气象学家A. 魏格纳(Alfred Wegener)提出的一种理论。这种理论认为,最晚在2亿年前(200×10^6年),地球上所有大陆体曾合在一起组成了名叫泛古陆的(pangaea)巨型大陆。"pangaea"这一词来源于希腊文,意思是"全部陆地"。后来,泛古陆开始分裂,由此产生的大陆以平均约为每年2.54厘米的速率漂移开来,但这种漂移的原因,地球科学家们仍在争论。目前大陆所处的位置认为是这一过程的持续作用的结果。

根据这一理论,泛古陆(某些科学家偏向于有两

个巨型大陆——北面的劳亚古陆（Lautasia）和南面的冈瓦纳古陆（Gondwana）大约在目前大西洋所处的区域。非洲大陆和欧亚大陆之间的古超级大陆的缺口处曾是特提斯海（Tethys Sea）——地中海的祖先。地球的其余表面曾被泛古洋（panthalassa）——太平洋的祖先所覆盖。

泛古陆的分裂并不是以单一的灾变性事件形式出现的，而是持续了好几百万年。大约在2.25亿年以前，发生的北美与欧亚大陆的分离似乎是第一个事件，此后约在1.5亿年前，接着发生了非洲与南美大陆的分离，再后约在1.1亿年前，又发生了非洲与印度大陆，澳大利亚、新西兰和南极大陆的分离。南美和北美大陆与非洲和欧亚大陆的日益分离形成了大西洋并围住了北冰洋。在非洲大陆的东面，印度大陆与澳大利亚和南极大陆分隔开来并向北"航行"直到与亚洲大陆碰在一起。这一巨大的碰撞，在地表面的表现就是喜马拉雅山脉的形成。最后，澳洲大陆与南极大陆脱离，向着东北方向，后又向北漂移，形成了印度洋的东部边界。

海底扩张和板块构造能够解释大陆通过固态地壳运动的过程。地壳被分成一系列具有一定边界的板块，当然这些板块的边界有时定义得并非很准确。其中有些板块完全处在海洋中，而另一些板块既处在海洋中又处在陆地上，例如，北美板块东面就延伸到大西洋中脊，而西面一直到加利福尼亚的圣安德烈斯断层。

当一个板块离开另一个板块的时候，这两个板块的后缘由于熔岩上涌，沿着轴线固结而充填了新的物质。大西洋中脊就是这种轴线，它是世界上最大的山脉，它通过世界上所有的海洋绵延达64360公里。板块的前缘或插入相对着的板块下面，在地球内部消减掉，或掩覆在相对着的板块之上。幸而大陆板块比海洋板块轻些，它趋向于掩覆在海洋板块之上，而不是俯冲到它的下面。如沿着南美大陆西部边缘延伸到那种深海沟，就是海洋板块俯冲到大陆板块下面的地区。

理论及其发展 当大西洋四周的大陆被画到一张地图上的时候，几乎在此同时，科学家和探索者开始注意到大西洋两侧某些海岸线的相似性。特别明显的是南美东部和非洲西部的海岸线，它们似乎像两块拼玩具板一样能拼在一起。1620年，F. 培根（Francis Bacon）曾提醒人们注意这些相似性，但他并没有进一步指出这些大陆过去可能是连在一起的。1858年，A. 斯奈德-佩莱格里尼（Antonio Snider-Pellegrini）确实提出过这些大陆过去曾是连在一起的看法。他的推测依据是，有些欧洲和美洲的石炭纪（约3亿年前）植物化石之间具有相似性。约在本世纪初，澳大利亚地质学家E. 修斯（Edward Suess）注意到了非洲和南美洲某些地层的相似性，把这两个大陆拼在一起形成一个超级大陆，并把它叫冈瓦纳大陆（出自中印度东部的一个重要的地质区——冈瓦纳）。1908年，美国的F. B. 泰勒（F. B. Taylor）勾画出了大陆侧向运动到它们目前位置的途径。但是，只有魏格纳在1912年提出的并经过仔细考虑的理论，才在科学界中成为盛行一时的争论中心，直到60年代，他的理论才被普遍接受。

地质学家、地球物理学家和海洋学家对大陆漂移的主要原理几乎是完全接受的，这样就导致了地学界的一场革命，并使人们对我们所居住的这个行星的了解大大向前发展了一步。

从魏格纳所受教育的背景来看，他不大可能是一个会对地质学和地球物理学作出如此重大贡献的科学家。1880年，魏格纳出生在柏林，曾在柏林、海德堡、因斯布鲁克大学学习过，他的博士论文是天文学方面的，但他的兴趣却被吸引到气象学的一个较新的领域。他长远的志向是考察格陵兰（他完成了两次考察，但在1930年第三次考察时，他却离开了人间）。魏格纳曾担任汉堡海洋气象台气象研究室主任，1924年，他在奥地利格拉茨大学主讲气象学和地球物理学。

究竟什么时候魏格纳产生了关于大陆在地球表面可能横向移动的想法还不太清楚。据他的同事们回忆，他早在1903年就对这个问题发生了兴趣，然而，他自己却说在1910年前还没有认真地考虑这个问题。1912年，在莱因河畔的法兰克福的德国地质学会的一次报告会上，魏格纳首次向科学界提出了自己的观点，并于同年在两家德国杂志上发表。1915年，在《大陆和海洋的起源》一书中较全面地论述了他的理论。但是，直到1922年这本书的第三版出版时，才被译成包括英文在内的几种外文版。

在19世纪，对于地球，地质学家们提出了一种较为完善的描述。借助这种描述，可以解释所观察到的许多现象。此描述认为地球是在熔化状态下固化起来的，在这一过程中，像铁那样的重元素沉到了中心，而硅和铝一类的轻元素升到地表形成地壳。由于认为冷却和固化的过程是连续不断的，所以为了适应地球体积的减小，地壳必须收缩。这样，就很容易把山脉看成是在垂直方向上适应压缩作用的结果，而海盆可被解释为地壳巨大穹窿在它自重作用下崩塌而形成。在此以后，陆地之间的陆桥被认为是动植物从一个大陆迁移到另一个大陆的途径。

约在魏格纳开始对地质过程发生兴趣的时候，由于引进了均衡学说，从而使上面勾画的那幅图案更能使人接受了。均衡说认为，地壳的各种结构体处于静压均衡状态，也就是说，密度较小的大陆"漂浮"在密度较大的岩层之上，而较轻岩层的位置比之构成海盆的较重岩层高。均衡学说还认为，大陆能垂直运动，但也认为，除了小规模外，大陆不可能有任何横向运动。

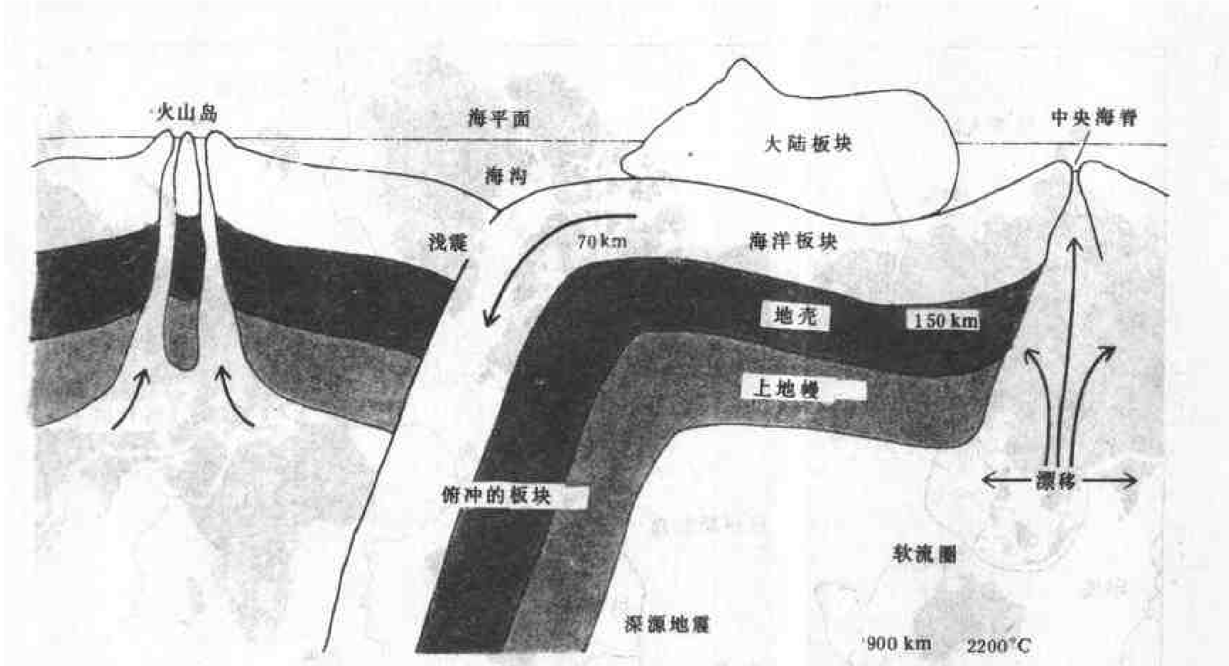


图 1　主要构造板块的图画。板块构造理论认为地壳是由许多独立的板块组成的，其厚度约 100 公里，以 1—10 厘米/年的相对速度运动着。在扩张中心(中央海脊)处，板块物质得以补充，而在板块前缘处被造山运动或俯冲作用所破坏。大部分地震和几乎所有的火山都局限于板块边缘

魏格纳认为，利用被大家已接受的形成地壳过程的图案来解释观察到的许多现象并不合适，而且矛盾太多。首先是南美和非洲大陆之间那种令人惊奇的吻合，如果不用海岸线而用"大陆坡"，那么这种吻合就更完善了。同样，如果山脉是由于地球均匀的收缩而引起的话，那么，山脉的分布也应该是均匀的。但是，恰恰相反，山脉的分布只局限在曲线状带中(例如南美的安第斯山脉和北美的落基山脉及阿巴拉契亚山脉)。魏格纳指出，在非洲和南美洲都找到了古代岩层，如果把这两个大陆拼在一起，那么这些岩层就完善无缺了。正如魏格纳说的那样："这正像我们把撕毁了的报纸重新合起来一样，把边缘对齐，然后检查一行行印刷的字通过边缘时是否整齐，如果是这样，那么就没有别的可说，只能得出报纸就是这样联接的结论。如果只有一行字可供检查的话，我们仍然会找到这种精确拼合的可能性。如果有 n 行，那么这种可能性就提高了 n 倍。

魏格纳还应用化石资料来证实他的论点，特别是爬虫类化石是非常好的例子。例如，大约生活在 2.7 亿年前的、约 46 厘米长的小爬行类中龙目(Mesosaurs)化石，只有在非洲和巴西的一定地区才能找到。因此，魏格纳断定，这种动物不可能是通过后来崩塌了的陆桥从一个大陆到另一个大陆的。他争辩说，与大陆相同的物质组成的较轻的陆桥要沉入到较重的洋底物质中去，这种想法是违反均衡原理的。

在较晚的版本中，魏格纳写入了他研究古气候得到的资料和论据。特别有意思的是南非和南美南部的冰碛层(冰川运动所遗留下来的沉积物)。这些沉积物的年龄约为 3 亿年，这使魏格纳想到，这两个大陆的最南部曾与南极非常接近。在这些冰碛层向北 90°处，魏格纳找到了从美国东部一直延伸到中国的煤层，这些煤层中的植物化石属于热带型，这说明大约 2.4 亿年以前它们曾经是在靠近赤道的地方。在同一个沉积柱的上部(较年轻的)煤层被盐层和沙漠的沙层所替代，这与现在在赤道两边贸易风带内所见到的很相似。这种沉积物的交替变化说明赤道运动了或者是大陆相对于赤道发生过运动。

在魏格纳惊奇地看到了那么多资料和论据后，他得出了曾使地球科学发生革命的结论，即世界上所有的陆地以前都曾经是巨大的、他称为泛古陆大陆的一部分。大约在 2 亿年前，泛古陆开始分裂，裂开的碎块逐渐漂移到目前它们所处的位置。

对魏格纳的结论，最初人们的反应是不同的，后来几乎完全否定了它。在 20 年代中期，以剑桥大学的 H. 杰弗里斯 (Harold Jeffreys) 的反对为中心，形成了对大陆漂移概念有组织的抵制。杰弗里斯轻易地证明了，魏格纳关于大陆漂移所需要的力是来自太阳和月亮对地壳的潮汐作用的设想是错误的。通过简单的计算，杰弗里斯证实，如果地壳是那么弱，以致潮汐力就能使其变形，那么，山脉在其自重作用下就会崩塌。在杰弗里斯提出反对之后，对此理论的抵制竟达到了如此程度，即在 60 年代初，如果一个地球科学家被认为是大陆漂移学说的支持者，那么他就等于在职业上灭亡。

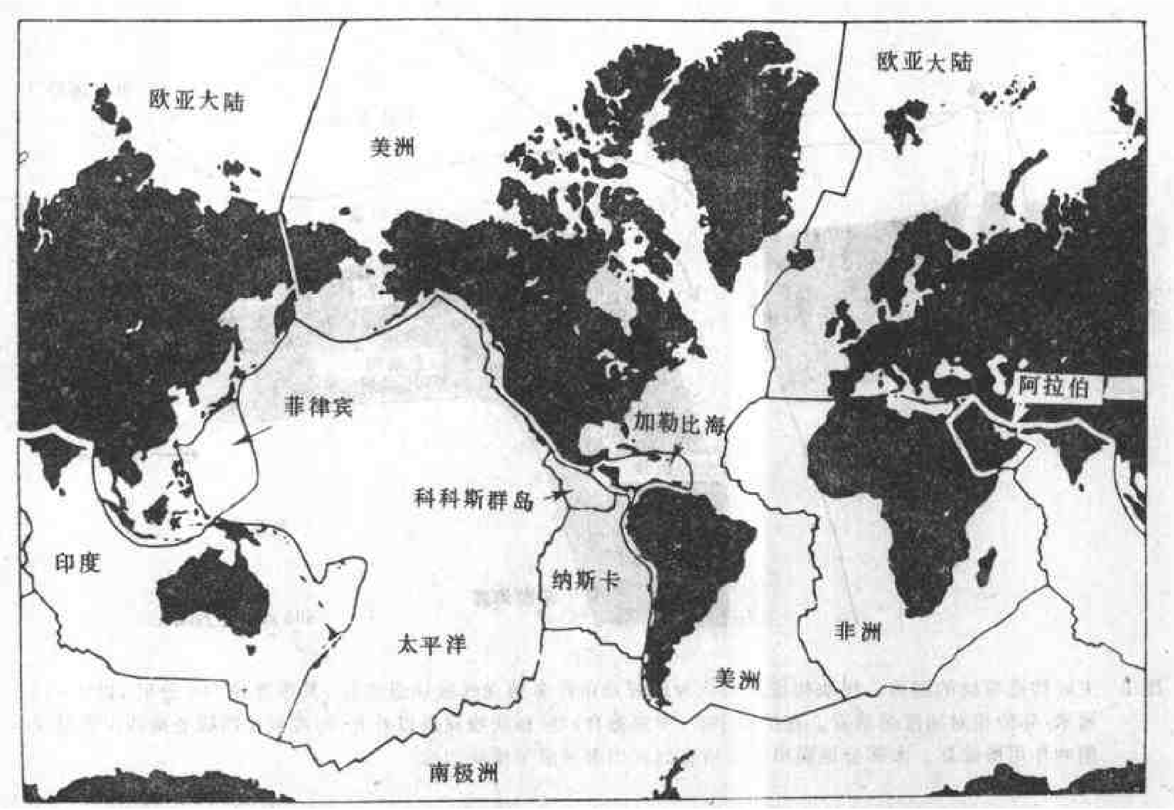


图 2　从理论上说，大陆就像搭乘在海洋板块上的旅客，而海洋板块正在不断被从中央洋脊上涌的熔岩更新，当它们潜入到高温的软流圈中时被破坏了。俯冲作用在俯冲和掩覆的板块交接处造成海沟，有时其深度可达 1 万米。俯冲板块形成的熔融物质往往通过掩覆板块的裂缝喷出形成火山岛和岛弧。在此图中，由于大陆比较轻，不可能俯冲，最终会与岛弧合并。这样，地球上的大陆或许以其它相应的方式继续长大

大陆漂移理论的证实　科学的力量在于，任何新的理论和假设，甚至在它暂时被接受之前，至少必须成功地经受大多数反对意见对它的挑战。大陆漂移理论就是如此。尽管在 60 年代人们对大陆漂移理论的接受是那么突然，但是这种接受是建立在几十年积累起来的证据和发现上，所有这些都证实了大陆不仅能够而且已经"通过"固态地壳发生了横向移动这个最初的设想。

原子时代的到来给地球的研究带来了新的工具。人们发现，可以首先通过对某些元素的不稳定同位素衰变速率的测量，找出岩石中子、母元素的比值，利用这种方法就能可靠地确定地球的年龄。用这种方法所确定的地球固态外壳的年龄约为 45 亿年 (4.5×10^9 年)。地球的这个年龄比过去想象的要古老得多，而且也为大陆漂移这种渐进过程提供了充分的时间。

放射性年代测定法也表明，与过去的想法相反，大陆的大小和总的形状并不是相对不变的，而是通过增生过程长大的——较年轻的物质不断补充到叫做克拉通(Cratons)的(稳定地块)古老岩石"核心"中去。也曾发现，在地球中到处分布的铀、钍和一种钾的同位素的放射性衰变产生了相当大量的热。人们意识到，这种未曾想到的热源至少足以使地球冷却和收缩的速度慢下来。这就大大削弱了保持已久的关于地球上很多结构和过程都是由于地壳的均匀的和总体的收缩而引起的想法。

在 1873 年著名的"挑战者"号远洋考察中，水深测量（用系有重物的麻绳费力地进行）发现，在大西洋中部存在着一个明显的海脊。1925—1927 年，德国的"流星"号(Meteor)科学调查船用回声测深的方法对此海脊的一部分进行了比较详细的测绘[参见"水声"]。1929 年，在太平洋找到了类似的隆起——东太平洋海隆。在此后的 30 年中，航行在全世界各大洋的数以千计的海军船只、商船和科学调查船积累了大量的水深测量资料。1959 年，B. 希曾(Bruce Heezen)，M. 撒普(Marie Tharp)和哥伦比亚大学的 M. 尤因 (Maurice Ewing) 鉴定和测绘了一个通过所有海洋和挪威海的、长达 64360 公里的巨大海脊系统[参见 "希曾，B. C."；"尤因，W. M"]。

为了说明这一想法是如何根据少量的资料得出预期的结论的，必须指出环绕全球的中央海脊是由德国的科贝尔(Kober)于 1928 年勾划出来的。

中央海脊系统在大西洋最为发达，它占据了大西洋中部的三分之一。这个海脊比附近的洋底平均高出 1—3 公里，平均宽度为 1500 公里，海脊的顶部

有一个宽 24—48 公里、边缘以下深约 1800 米的裂谷。裂谷的边缘本身在水下面的深度平均为 1800 米，然而，海脊却在有些地方露出水面（例如亚速尔群岛和冰岛等）。离开裂谷，在海脊的两侧，其崎岖不平和高度破碎的表面逐渐降低，直到被大陆来的沉积物掩盖起来［参见 “深海平原”］。在有些地方，特别是赤道附近，海脊被与其轴线正交的巨大转换断层所错断，而且可以在远至 3200 公里的距离上追踪到它。印度洋的海脊也有类似的特性，但太平洋海脊却没有裂谷和崎岖不平的表面。中央海脊的整个长度上都是发生浅源地震的地方。

在 40 年前，荷兰地球物理学家 F. A. 文宁·迈因斯（Felix A. Vening Meinsz）证明，一个潜入水下的潜艇可以在海中作精确的重力测量。在工作过程中，他发现地球上某些最大的低重力区是在沿着太平洋岛弧和南美边缘分布的深海沟中。对这种物质缺损现象的解释是，这些地方的地壳（海底）被拖拉到地球内部的缘故。

文宁·迈因斯所发现的这种重力异常，促使了爱丁堡大学的 A. 霍姆斯（Arthur Holmes）和洛杉矶加利福尼亚大学的 D. T. 格里格斯（David T. Griggs）重新提出一个古老的地球物理学概念：地球内部处于一种迟缓的热对流状态，它类似于水在锅中慢慢达到沸腾的情况。测量通过海底向上流动的热量说明，沿中央海脊系统的热流值为陆地上和海底其它地区测得的平均热流百万分之一卡每秒、每平方厘米（$1\times10^{-6}\mathrm{cal\cdot cm^{-2}\cdot s^{-1}}$）的 2—8 倍。此外，海沟内的热流值下跌到这个平均值的十分之一。这些发现和观测资料导致了关于热流循环的概念。在热流循环中，物质缓慢在中央海脊地区向地表上升，而在海沟地区又重新下降。许多地球科学家认为，这种热流循环为大陆漂移提供了推动力。关于海脊是拉伸（拉开）区而不是压缩区这一发现，也支持了上述的可能性。

1906 年，在魏格纳发表他的理论的六年前，取得了一个能彻底粉碎大陆漂移的反对意见的重大观测结果。在那一年，法国物理学家 B. 布伦斯（Bernard Brunhes）发现了某些火山岩的磁化方向恰好与目前地球的磁场相反。布伦斯断定，地球磁场在此火山岩从熔融状态凝固起来之后，曾转换了方向。不幸的是，这一工作直到 50 年代古磁学这一总的概念引起人们注意之后，它才为科学界所重视。

当带有氧化铁或氧化钛的岩石从熔融状态冷却下来或从液体溶液中沉淀出来形成固体时，这种岩石就变成了一种“冻结”了的指南针，指向岩石凝固时的地球磁场方向，除非岩石在此期间发生了运动。在 50 年代初，包括伦敦大学的 S.K. 兰科恩（S. K. Runcorn）、P. M. S. 布莱克特（P. M. S. Blackett）和巴黎大学的 E. 泰利埃（Emid Thellier）在内的很多科学家都开始测量来自各大陆岩石的极性。他们发现，当岩石愈来愈古老时，其磁极的方向将随着偏移，但是，对于不同大陆的岩石，这种偏移是不同的。因为磁极与地理极点之间的关系不太可能有很大的变化，所以应该是大陆本身各自独立地发生运动。

50 年代末和 60 年代初，前进的步伐开始加快。美国地质调查局的 A. 考克斯（Allan Cox），G. B. 达尔林普尔（G. Brent Dalrymple）和 R. R. 多尔（Richard R. Doell）对经过仔细的放射性年龄测定的玄武岩进行研究时指出，在过去的 360 万年中，地球磁场不仅如布伦斯在 1906 年所提出的那样反转过，而且还反转过多次（他们所用的放射性技术是测量放射性钾-40 衰变所产生的氩-40 的量）。哥伦比亚大学的 N. 奥普代克（Neil Opdyke）和 J. D. 海斯（James D. Hays）在海洋沉积物中找到了类似的反转现象，从而为这些测量结果增加了新的证据。继而斯克里普斯海洋研究所的 R. G. 梅森（Ronald G. Mason）和 A. D. 拉夫（Arthur D. Raff）的不寻常发现，即利用拖在船后的灵敏磁力仪发现了海底大片地区呈平行的长条带状磁化，而且一个条带与下一个条带之间的极性是相反的。

把所有零散的研究集中在一起进行重大的检验，其时已经到来。1960 年前后，普林斯顿大学的 H. H. 赫斯（Harry H. Hess）提出了海底扩张的想法，他把中央海脊描述为扩张轴。当引起大陆漂移（可能是对流引起）的力使海脊两边的地壳板块漂移开来时，熔岩在海脊的中央向上流动，并且以极块漂移分裂的同样速度凝固起来，这样，在海脊处不断补充进新的板块，而在海沟处向下俯冲时又不断地被破坏了。剑桥大学的 F. J. 瓦因（F. J. Vine）和 D. H. 马修斯（D. H. Matthews）提出，如果海底扩张曾经发生过，那么，海脊中上涌的熔岩当它凝固时应以当时地球磁场的方向磁化。而且，由于以相反的方向从海脊分裂的两个板块所获得的熔岩补充量大致相等，那么，在海脊两边的海底应有磁化情况相同的条带存在。当地球磁场反转的时候，当然条带的极性也应该产生反转，而且每个条带的宽度可作为两次反转间时间的度量标准。如果确实存在海底扩张，那么海脊两旁的海洋盆地上应该覆盖着一系列与中央海脊相平行的磁化条带，而且两边的条带系列应按其宽度和极性相匹配。他们还建议，应该对这种推理方法予以检验。

上面提出的这个论点很快就被证实了。F. J. 瓦因和 J. T. 威尔逊（J. Tuzo Wilson）证明，在温哥华岛附近的一个海脊的两边，其条带是对称的。哥伦比亚大学的 J. R. 海茨勒（James R. Heirtzler）、W. C. 皮特曼（W. C. Pitman）、G. O. 迪克森（G. O. Dickson）和 X. 勒皮雄（Xavier Lepichon）证实，在太平洋、大西洋和印度洋存在着同样的对称条带，并最后确定了在 7600 万年中有 171 次反转现象。与此同时，在每个海洋中部都鉴定出了同样数量的条带，但是，条带的宽度却不相同，因为每个海洋的扩张速度是不同的。对这些条带的研究表明，地球磁场两次反转之

间的最长周期约为300万年，而最短的周期约为5万年，两次反转的平均周期为42—48万年。目前地球的磁场方向已有70万年了，所以，一个新的变化可能正在向我们靠近。对于磁场反转，科学家们曾提出过陨石冲击、造山运动和地球轨道的不规则性等多种解释，但其真正的原因还不清楚。

上述的诸多研究成果是在1966年于加利福尼亚的旧金山召开的美国地质学会年会上报告的。会议结束的时候，关于是否接受魏格纳的大陆漂移理论的论战也随之宣告结束了[参见 "格洛玛·挑战者号"]。

板块构造 板块构造理论把比较老的大陆漂移理论和较近期的海底扩张理论结合成一体。根据板块构造理论，地壳是由若干个刚性板块组成的，其规模小则可与土耳其边界重合，大至可包括大部分太平洋海盆的太平洋板块，并且认为每个板块的厚度约为100公里。实际上，大陆坐落在板块上，当板块运动时也载着大陆向前漂移。这样就克服了如何解释大陆能在海洋板块上开出路来的困难，它只不过像乘客一样乘在海洋板块上行进而已。因此，"海洋板块漂移"这个词可能比之"大陆漂移"更能说明问题。

板块以三种运动方式中的一种不断地相对运动着，这三种运动方式是板块能在一个扩张轴（中央海脊）的两边相互拉开；也可能相互滑移；或是可能互相碰撞。在发生碰撞的情况下，海洋板块因为密度较大会插到大陆板块下面；当两个大陆板块碰撞时，就会在它们的前沿处翘曲起来而形成山脉。

板块的厚度是根据地震学研究来估计的。地震波的速度在刚性致密的岩石中较高，而在刚性较低、轻的岩石中则较低。同样，波速随着围压（深度）而增高，并随温度增高而降低。地震学的研究发现，在海底下面约70公里深处和大陆下面约150公里深处的剪切波速度突然降低，然后又随着深度的增加而增加，特别是在350—400公里之间和700公里以上的深处，波速明显增加。

对于这些资料的解释是：外层岩石（岩石圈）是支撑在较弱的和较热的岩层（软流圈）上，后者的粘性随深度日益增加。人们认为这个较热、较粘的岩层能使覆盖在其上面的刚性板块在水平方向移动。换句话说，这个较粘的岩层虽然是固态的，但却发生着塑性变形，因而使其上面的板块能通过它而运动。

如果设想地壳是由若干个吻合得很好的曲线形板块组成，那么就很清楚，若地球的实际大小保持不变，板块物质在前缘处必须以新的物质在后缘处增加的同样速度遭到破坏。在两个大陆板块的情况下，这种破坏以物质在垂直方向变形的形式出现而产生山脉。否则，密度较大的板块在称为消减的过程中被迫潜入到相邻板块的下面，最终在软流圈中熔掉。

在50年代后期，出现了一个钻透海底直到莫霍不连续面的计划，此面位于大陆下面40公里和洋底下7公里深处。这个不连续面代表一种相变，在这个介面以下的岩石由于温度和压力的作用，估计其密度要比上部的岩石密度大。这个闻名的莫霍计划最终还是被取消了。当时所宣扬的这个计划的特色之一是：通过覆盖在玄武岩洋底上的沉积层进行钻探犹如是倒着翻阅地球的历史，一直翻到海洋开始形成的时候——约4.5—6亿年前[参见 "海洋的年龄"]。在50年代，人们认为海盆与大陆一样，同是一种静态结构，从它们产生的时候起，一层一层固定不变地积累着沉积物。

后来的研究结果指出，海盆中并没有比约2亿年前泛古陆分裂时更老的沉积物。那些更古老的"历史史页"只不过是被海底扩张和地壳板块的消减作用破坏了。曾经作过估计，在大陆漂移过程中，大约有20亿立方公里的地壳物质被破坏了，按目前板块运动的速度估计，在今后的16 000万年内，将有相当于地球全部表面积的地区被破坏掉。

在消减过程中，俯冲的板块被迫逐渐向下插到掩覆板块的下面，直到其角度达到30°—45°而趋于稳定。象沿南美太平洋边缘、阿留申、日本分布的深海沟的形成就是与这种过程有关。俯冲的板块由于其密度比周围的物质大，能以与板块漂移一样的速度（约1—10厘米/年）连续向下俯冲。由于温度随深度大大增加，下插的板块最终会被熔融并被软流层吸收。板块熔融和消失的深度与其下沉的速度有关，下沉速度愈快，其消失的深度愈深。然而，在700公里以下并没有发现板块，那里的温度为2200℃ 。

把一块厚度为100公里的冷而致密的玄武岩板块，以缓慢而稳定的速度压入地球内部，同时逐渐提高其温度直到最后完全熔融为止，至少可以说这是一个笨重而又充满应力的过程。这种应力的周期性释放，以地震和火山活动的形式使人们能感觉到它。世界地震带沿着中央海脊和板块边界分布，大约99%的火山活动也具有类似的分布，这决不是偶然的。火山活动似乎是在扩张轴处（冰岛）或是在消减带后面几十公里处熔岩突然喷发的结果。当火山在消减带后面喷发时，其结果形成众所周知的岛弧结构，例如阿留申群岛链就是如此。这种喷发或许是俯冲板块的熔融物质通过掩覆板块内由于俯冲应力所造成的裂缝而喷出的结果。在700公里深度以下没有发现过深成地震，这一点是十分重要的。这就意味着，在这个深度处，即使是下降最快的板块也会消失。

漂移板块的中央是相对平静的，地震和火山活动很少。但是，一些远离板块边界的地区却有火山活动（夏威夷群岛是较明显的）。这些称为热点的地区，显然是一种相对固定的岩浆源，它通过掩覆板块中薄弱的地区周期性地喷发出来，形成海山和火山岛[参见 "海山"]。由于板块在运动而热点却是固

定不变的，所以会形成一列海山和岛屿，夏威夷岛链的情况似乎就是这样。从夏威夷岛上仍在活动的火山基拉韦厄(Kilauea)和冒纳罗亚开始，这个岛链向西北方向伸展直到密尔沃基海山附近，由这里它转向北成为帝王(Emperor)海山链，最后在阿留申群岛的最西部靠近消灭带的地方结束。这些岛屿与海山离夏威夷愈远，它们的年龄就愈老，在岛链的末端可达7000万年。太平洋中类似的例子是以较近期的皮特凯恩岛开始的土阿莫土群岛和麦克唐纳海山起的南方群岛。这两个群岛与夏威夷岛链一样，都具有相同的折曲状图案。显然，在4000万年前，太平洋板块的漂移方向发生了变化。

在通常称为"地质平静期"(Geostill)的过程中，板块构造对产生铜、银、铁、钴等这些金属的原生矿床起了主要的作用。当熔岩沿着中央海脊的扩张轴涌出并冷却下来时，就会形成裂缝或裂隙，引起海水循环到海底相当大的深度。由于随着深度的增加水温日益增高，所以热水有上升到表面的趋势并取代较冷的海水。热的、循环着的海水从冷却的玄武岩中沥滤出矿物。富含金属的溶液从表面处排出，当它在周围的海底上沉淀时，在形成盖层之前，还从上面的海水中吸取附加的矿物。当板块最终消灭时，它的表面，包括富含金属的盖层首先熔融。熔融的物质往往被搬运到覆盖在上面的板块中，并在那里慢慢冷却，使金属结晶变成有经济价值的矿床。人们认为，安第斯山脉的很多原生金属矿床就是这样形成的。

推测一下被俯冲板块带下去的沉积层和一起被埋藏的有机物的命运是很有意思的。远在周围的温度达到使沉积物熔融的温度之前，作为沉积物的一部分的有机物质早已达到了蒸馏温度。目前还不清楚，这样形成的可燃气和碳氢化合物，它们在形成经济上能利用的油气矿床中起过什么作用。

大陆漂移的过去　有确凿的证据证明，当前这一期大陆漂移并不是第一期。这种证据首先存在于比泛古陆破裂前更古老的山岳带的形式中。例如，北美的阿巴拉契—加里东带和苏联的乌拉尔山脉，它们都是由两个大陆板块碰撞造成的，这与目前大陆漂移循环中的印度板块与亚洲板块相撞而形成喜马拉雅山脉，在许多方面是相同的。这两个较古老的山系都有一种叫蛇绿岩物质组成的窄带，这种带具有一套海洋板块特有的特征性岩石序列。因此，阿巴拉契山脉似乎是北美和非洲在4亿年前碰撞而形成的。

到目前为止，人们还未发现比20亿年更古老的山岳带，这一点说明，在这个时间以前有某种不同于板块构造的机制在起作用。也许是在20亿年以前还没有足够厚的地壳能承受得住大陆漂移所产生的应力。

大陆漂移的未来　大陆漂移的进程是如此缓慢，以致观察者只能通过它所造成的地震和火山感觉到它。然而，在今后5000万年中，这一过程将会带来巨大的变化。在使太平洋缩小的情况下，大西洋和印度洋会继续长大。南极洲基本上将保持稳定，但澳大利亚会向北运动直到开始与欧亚板块接触。非洲会向北移动，并继续沿反时针方向旋转。这一向北移动会使比斯开湾闭合，并且几乎会使地中海消失。非洲裂谷东面的一部分非洲大陆会分裂开来并向北东方向移动。北美和南美洲会继续向西运动，"加勒比海"地区的压缩会形成新的陆地。下加利福尼亚和圣安德烈斯断层西边的那一部分加利福尼亚会与大陆分裂开来，向北运动。在1000万年内，洛杉矶会成为旧金山的郊区，并且在6000万年内开始进入阿留申海沟。

大洋鸟类(OCEAN BIRDS)

见"海鸟"。

大洋鱼类(中上层鱼类)(PELAGIC　FISH)

大洋鱼类这一名词是用于那些生活在远离海岸的海洋上层水域内的鱼［参见　"栖息的区域"］。鲱，金枪鱼，鲭，柔鱼，油鲱和鳐都是大洋鱼类的成员。大洋鱼类中的大部分是游动迅速的洄游性或自由游动的鱼。

通常，大洋动物分为两类：(1)较小型的随水流漂浮［浮游动物(Zooplankton)］和(2)较大的活动性较强的自游生物　(Nekton)或自由游动的动物(如鱼类)，它们的活动基本上不依靠水的流动［参见"浮游生物"］。大洋深海动物常称为深海的，这是与表层水域内的动物称之为海洋上层的相对而言的。除了少数角鲨类鲨鱼之外，深海鱼类是由硬骨鱼类组成的，其中有代表性的类型是巨口鱼(Stomiatoids)［鲱形目(Clupeiformes)，七星鱼科(Myctophidae)］，灯笼鱼(Lantern fish)，星光鱼(Hatchetfish)［七星鱼目(Myctophiformes)］和角鮟鱇(Ceratioid angler fish)［鮟鱇目(Lophiiformes)］［参见　"深海鱼类和动物"，"鱼"］。

在浩瀚的大洋中，因生活的严峻，海洋生物的数量和种比之在浅海水域内，如大陆架上或靠近大陆架和在潮间带或沿岸地区的都少。

大洋环流(OCEAN CIRCULATION)

见"海流"。

大型海藻(KELP)

海带目和墨角藻目等褐藻的总称。它们主要生长在岩石海底，在冷水海域的最大个体达30.48米，叶宽略大于1.22米。

大澳大利亚湾(GREAT AUSTRALIUM BIGHT)

位于澳大利亚的南岸，从澳大利亚南端的西哈

韦角，到塔斯马尼亚的西南角之间，由于岸线弓形凹入而形成的海湾。该湾沿大陆南岸有宽阔的陆架；外侧为深水海底，有一大湾深海平原，水深在5486米以上。除了几个海山以外，深海海盆相当平坦[参见 “海山”]。大澳大利亚湾总面积为48.4万平方公里，容积为45.9万立方公里，平均深度为950米。

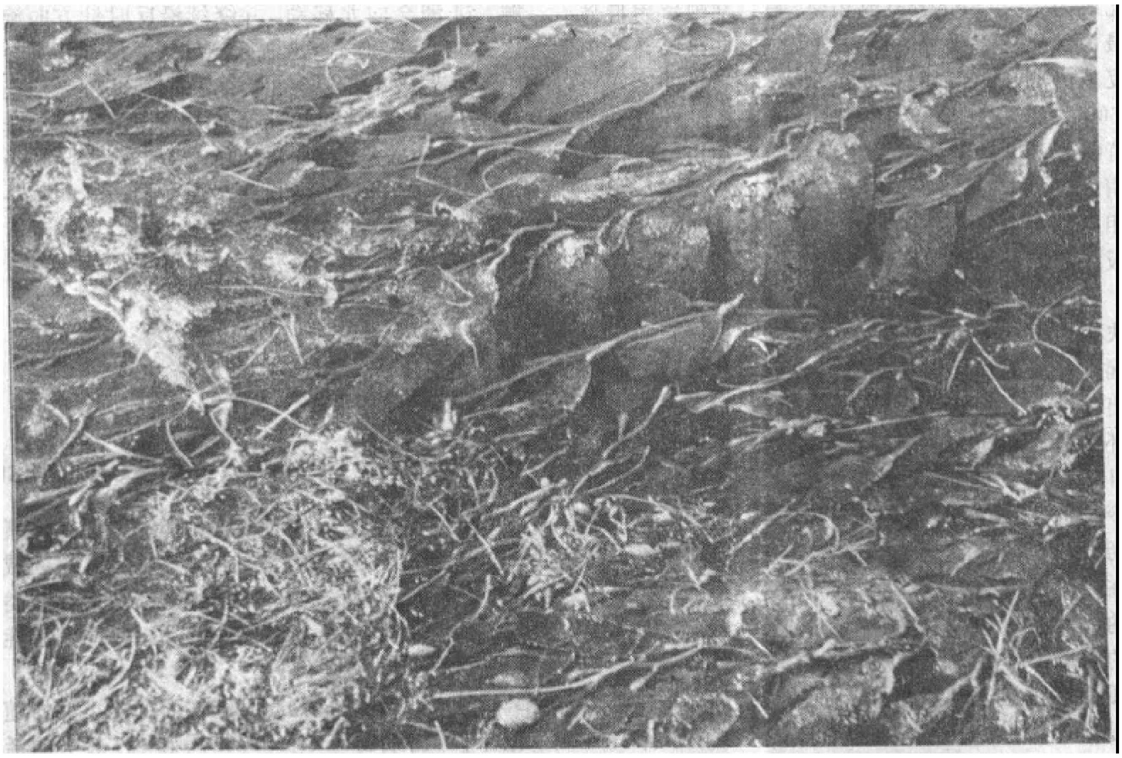


图 在沿加利福尼亚的碎石海滩上闪闪发亮的大型海藻床。海藻是维生素和矿物质的良好来源。有的具有药用的重要性，有些则应用于食品制造

上升流(UPWELLING)

水由海洋深处上升到表层的一系列过程的结果。相反的过程就是下降。上升流出现于世界海洋各处，它对于局部地区的气候有重要的影响，对于补充表层的营养物质也是十分重要的。

上升流大多数出现于海流辐聚和辐散的地区，也产生于盛行风平行于海岸线的地区。在表层水分离的地方，下层水必须升起以补充离去的水。在辐聚流的情况下，特别是在遇到陆地时，水将下降，周围的水体则上升以补充下降的水。当风平行于海岸吹时，表面水超在风前而被驱动，然而，由于科氏力的作用，在北半球使表面流偏向右，结果，表层水被推向海的方向，较深较冷的水则上升予以补充。这种类型的上升流，上升的速度很慢，大约为每天0.6米。

由于风的作用产生上升流的一个最好例子是在加利福尼亚沿岸。盛行风从西北方向吹来，风和科氏力共同作用的结果，使温暖的表面水由沿岸流向西南。这样，深层的冷水便上升补充。夏季，潮湿而温暖的大陆风遇到冷的表层水，便产生了著名的加利福尼亚雾[参见 “雾”]。

在上升流相对稳定的区域，海洋生物不仅由于充足的高营养的水而适于生长，而且生长得极为繁茂。秘鲁近海岸就是突出的一例。秘鲁鳀的渔获量在产鱼的国家之中居首位，以鱼作饵料的鸟的鸟粪肥是肥料的重要来源。这个由上升流产生的高生产力地带，正是秘鲁海流离岸偏转的结果。在大约7年左右的期间，信风产生了重要的变化，它使赤道逆流的舌状流沿海岸向南，这股温暖的表层水取代了由上升流带来的冷水，结果形成了众所周知的厄尔尼诺现象。厄尔尼诺是西班牙语“基督”的意思，它发生在圣诞节前后。厄尔尼诺给海洋带来毁灭性的灾难。鳀移栖到其它的区域，无数海鸟也因饥饿而死亡。

下降流发生在表面水密度调整得比静止水层密度大的地方。这可以用降低温度或者升高盐度的办法，或者两种方法同时使用，以产生下降流。冬季，下降流发生于拉布拉多海流的中间部分，中心水是由北极水和大西洋水混合而成，其盐度在34.9×10^{-3}左右。冬季中心水水温下降到2℃左右，这时，

水便下降到与新的密度相等的水层。这个冷而盐度大的水向南流并可能达到赤道以南。

在围绕下降地区也存在着上升流区，特别是戴维斯海峡中拉布拉多海流和大西洋水之间的锋带和格陵兰西岸外海，结果形成渔获量高产区。

上坡雾(UPSLOPE FOG)

见“雾”。

上现蜃景(LOOMING)

见“蜃景”。

小鳗鲡(ELVER)

见“鳗鱼”。

小潮(NEAP TIDE)

见“潮汐”。

千岛海流(KURIL CURRENT)

见“亲潮”。

千分之一和百万分之一 (PARTS PER THOUSOND (ppt) AND PART PER MILLION (ppm))

千分之一(ppt)和百万分之一(ppm)是表达流体溶液和混合气体中各种成分总量的一种方法。例如，世界大洋中盐的含量或称盐度，一般地是以千分之几表达(ppt)，平均数值为35ppt，也可以写成35×10^{-3}，当然，海水盐度的变化范围是33—37ppt［参见 “海水”］。

在某些情况下，我们也可以用百万分之一(ppm)代替千分之一。可以说它相当于16海里中的1英寸(27.5公里中的2.75厘米)，2年中的1分钟；1吨粮草中的1克；10000美元中的1分；62500磅中的1盎司；23312500克中的28克。

马尾藻海(SARGASSO SEA)

位于北大西洋中部，虽说马尾藻海约相当于加勒比海与地中海两者之和那么大，但无岸线。它是一座液体小山，所贮蓄的流体静力位能，足以驱使湾流、北大西洋海流、加那利海流和北赤道漂流［参见“赤道流系”］约流五年，而无需风力之助。同时，马尾藻海还点缀着一堆堆葱绿的植被，漂浮在水里约有5公里深。在副热带无风带(北纬30°)附近，由西部的湾流、北部的北大西洋海流、东部的加那利海流和南部的北赤道漂流组成了一个巨大的环流，其总面积为5.2百万平方公里。由于在环流内的缓慢运动以及使蒸发量大于降水量的天气条件(沙漠的经典性定义)，在两者的共同作用下，形成了水“透镜”，“透镜”中心附近的厚度为914米。其水温高于(轻于)、盐度($36—37\times 10^{-3}$)大于它下面的海水。由于海流和风的作用，把较轻的海水堆积于中部，致使中部的海平面比美国大西洋沿岸约高1米。“透镜”以最大温度梯度(跃层)为下界，通常取10℃等温线为界。该跃层阻碍了富营养盐的深层冷水的上升运动，因而，这一区域海洋动物稀少。所谓“从未见到过的最清澈、最纯洁，生物最稀少的大洋水”，正是对这一区域最恰当的写照。

马尾藻海得名于约八种藻类(马尾藻)。这些藻类成块、成行地在该海区普遍地漂浮着。1492年，当哥伦布向西航行到新世界时，在亚速尔群岛附近看到了漂浮着的海藻。后来，如同一般的帆船到这一纬度带的情景一样，船因无风，在洋中停止不前了，哥伦布的船员误把这许多漂浮的海藻当作是浅海。其实，海底还在他们船底下约4572米。给该海命名的是葡萄牙海员。在后来的几次航行中，他们发现，这些海藻有许多小气囊，浮在水中宛如葡萄牙的一种葡萄——salgazo，他们就以此来称呼这种海藻，后来，就以此作为该海的名字了。

有许多关于马尾藻海的神话和传奇在流传；认为这些独特的海藻，是于一次风暴中，从北大西洋洋盆周围的礁石或浅滩刮来的，随着风和海流漂到洋中央，在马尾藻海旋转着。尽管很可能有这么一回事，但现在马尾藻已发展成为独自浮游的种类，并茂盛地繁殖。马尾藻虽然比比皆是，但对任何船只，即使是最小的船只，也未构成任何危害。

马鲁古(摩鹿加)海(MOLUCCA SEA)

位于西太平洋，在马鲁古群岛北部岛屿以内的海区。其范围从苏拉威西(西里伯斯)岛的北端起，沿顺时针方向，经桑吉群岛、塔劳岛、哈马黑拉岛的北端和南端、欧比群岛的大岛、苏拉群岛、邦盖岛，环绕托米尼湾再回到苏拉威西北端的连线终止。马鲁古海的总面积为30.7万平方公里，容积为57.8万立方公里，平均水深为1880米，最大水深为4808米(原文为1880米，可能有误。——译注)。

马鲁古海的海底是海脊、深海盆和某些较浅洼地的复合体。其中较著名的，西北部有桑吉海槽(3820米)，东北部有塔劳和莫罗太海盆(3450—3890米)，欧比主岛以南附近有芒俄勒和巴詹海盆(3510—4810米)。中部有海岭，把桑吉海槽与塔劳和莫罗太海盆分隔开。较深部分的海底，覆盖着陆源泥、火山泥和球房虫软泥。马鲁古海地处西太平洋的爆发性区域，四周都是一些活动火山和休眠火山，同时，也是深源地震的所在地。

太平洋水从北部流入马鲁古海，并从南部流向塞兰海、班达海和弗洛勒斯海。受盛行风的影响，表层流一般沿东边缘南流，沿西边缘北上，在北部一般为向东流。

马六甲海峡(STRAIT OF MALACCA)

世界上最重要的水道之一,位于马来西亚(在东北方)与苏门答腊(在西南方)之间。海峡的东南端为新加坡与巴淡岛及宾坦岛等近岸岛屿之间的狭窄水道,叫做新加坡海峡。马六甲-新加坡海峡与安达曼海相连接的西北端,宽度在322公里以上,由此向东南逐渐变窄,新加坡海峡宽仅10公里,而真正能通航的水道宽度,马六甲海峡为4公里,新加坡海峡仅为1.6公里。这两海峡的水深,有的地方仅23米,这就限制了所经过船只的总吨位不能大于22.5万吨。马六甲-新加坡海峡的总长度为885公里。

马六甲-新加坡海峡,尽管有它的局限性,仍是世界上最繁忙的通航水道之一。每个星期通过这两海峡的船只约达1000条,定期货轮、大型运输船和油船占所经过船只的90%。另外,从1971年英国海军撤离印度洋以后,海峡的战略意义越益显得重要。美国和苏联的海军已逐渐填补了这一真空地带。该海峡在国际水域内,但印度尼西亚和马来西亚正在为此争论,两国都声称,使用该海峡的船只必须承认主权国家的无害通过权(要受边境国家的某种管辖),而不许自由通过,并提出,总吨位超过20万吨的船只禁止通过该海峡。1975年,尽管一条23.8万吨级的日本大油轮引起了很大的油溢,但也没有引起重视。这两个国家还都表明,污染将危害其脆弱的渔业工业,军舰不受限制地通过,将危及他们国家的安全。

马六甲-新加坡海峡是太平洋和印度洋海水交换的要道,来自南海的海流,经过该海峡,流入安达曼海。该海峡的海底也是连接东部广阔的巽他陆架和西部丹老(墨吉)海台的主要环节。

4 画

六放海绵纲(HEXACTINELLIDA)

见"海绵"。

元素(ELEMENT)

物质的基本成分之一。是一种由单一原子序数的原子组成的物质(确切地说，元素是具有相同原子序数的原子的总称。——译注)。氧、氮、氢、铁、铜、金、银和铝是一些普通的元素。

在周期表中，元素按族或组分类。此表按原子序数或原子量增加的顺序，依次把元素排成水平的行(周期)和垂直的列(族)，这样能说明元素性质的类似性是该序列的周期函数。

元素还常被分为金属和非金属。金属元素是其原子在溶液中形成正离子的元素，非金属元素是其原子在溶液中形成负离子的元素[参见 "离子"]。全部元素中约有75%为金属，其余为非金属。室温下大部分是固体，而汞、镓、铯和溴是液体，其余为气体。

自然界的元素大都与其它元素化合呈化合物形式存在。少数几种元素如氧、氮、氦、氖、氩、氪、氙、硫、金、银和铜等则以游离状态或非结合状态存在。地球上最丰富的元素是氧，其次是硅。宇宙中氢是最丰富的元素，氦占第二位。

很可能所有的元素都存在于世界大洋中，虽然有一些尚未被查出。海水中至少已检出84种元素，其中有一些元素的浓度变化很大。在这方面，海水主要组分的相对比例几乎保持不变，而痕量元素却可能随地理位置和水深而变化。

由于多数化学元素都已在海水中发现，所以化学海洋学家和地质海洋学家特别提出了有关元素的来源、作用、存在形式或分子结构、重要性以及元素间相互作用的大量问题。

尤因，W. M. (EWING, WILLIAM MAURICE 1906—1974)

威廉·莫里斯·尤因是美国一位地球物理学家。他因为将地球物理仪器和技术施于海底研究方面的发展与应用而闻名于世。他的名声特别和混浊流、深海平原、大洋中脊以及地壳厚度的研究有联系[参见 "深海平原"；"大陆漂移"；"混浊流"]。1949年，他帮助创立了哥伦比亚大学拉蒙特-多哈蒂地质观测所。从1949年至1971年，他一直担任该观测所的所长。1971年以后他转到得克萨斯大学工作。

尤因于1906年5月12日出生于得克萨斯州的洛克尼。1926年，他在休斯敦的赖斯学院获学士学位，1927年获得硕士学位，1931年获博士学位。1929年至1930年，他在匹兹堡大学任物理学教员。1930年又在利哈伊大学谋到一个类似的职位。1936年，尤因担任地质学助理教授，1940年晋升为副教授。在1935年，一个由著名地质学家组成的委员会要求他承担应用地球物理技术研究海洋的任务。从此，尤因就一直在这个科学领域里进行探索。他早期的研究主要是从事美国东海岸近海大陆架的典型折射研究和应用F.A.文宁·迈内兹新发明的重力摆进行重力测量。40年代的第二次世界大战期间，他是在伍兹霍尔海洋研究所度过的。在那里，他作为最主要的物理学家为海军从事水下摄影和水下声学的应用与发展方面的研究。他开创了长距离声传输的研究。这项研究导致了声发系统的出现，并且最后产生了海军的长距离监视和探测系统[参见 "声发波道"]。

第二次世界大战之后，尤因到哥伦比亚大学工作。在那里，于1949年他帮助组建了拉蒙特-多哈蒂地质观测所。在以后的20年间，他一直担任这个观测所的所长，并使这个观测所发展成为世界上最有影响的研究机构之一。这期间他的主要贡献是：改进和发展了海洋学观测仪器；形成一个被其它大多数研究机构都认可的地球物理测量系统；为进行地震探测发展了一个世界范围的地震仪系统；为测量海洋沉积物的年龄发展了一项放射性和同位素地质学的能动计划。

尤因在一生中单独或与其他人合作共写出了280篇论文和三部书。他接受了四个国家大学的名誉学位，并获得了八个国家的科学机关团体授予的26枚勋章和荣誉称号。

无光区 (APHOTIC)

在世界海洋透光区之下的无光地带，透光区的光强度足以进行光合作用，因此，无光区则是阳光达不到的下层水域[参见 "可栖息区域"；"海洋光学"]。

无脊椎动物(INVERTEBRATE)

没有脊椎骨的各种动物，如甲壳动物、软体动物、蠕虫和昆虫等。

太平洋(PACIFIC OCEAN)

世界上最大的海洋，占全球面积的32%，是世界大洋和海的总面积的46%，比世界全部陆地的面积还要大。按顺时针方向，太平洋与南极洲、澳大利亚、印度尼西亚群岛、马来半岛、中国、西伯利亚、北美洲和南美洲接界。至于太平洋西南界的划分问题，尚有争议。大多数权威人士认为，太平洋的西南界线从马六甲海峡开始，沿着新加坡的子午线向东，经过苏门答腊、爪哇、罗地岛、帝汶岛，与澳大利亚会合。这样就把帝汶海、阿拉弗拉海和卡奔塔里湾也算入太平洋内(然而，有些权威人士认为应该把这些水域的一部分或全部划归印度洋)。对沿澳大利亚东海岸到巴士海峡的边界线，有些权威人士把界线放在巴士海峡的西面，有的权威人士把界线放在海峡的东面。西部边界位于塔斯马尼亚岛的下方，东经147°线上。东部边界与西部边界相似，一般被认为在合恩角和南极半岛(西经68°4')之间的最短距离上。但有些人把界线划在斯科舍岛周围。按照这种说法，斯科舍海应包括在太平洋内而不是大西洋内。虽然有些人喜欢用横跨白令海峡西北端的东西线为界，但北部边界通常在白令海峡北极圈的纬度上。南面的边界是南极洲，除非把南大洋认为是一个独立的大洋。在这种情况下，边界线在南纬55°上(有些权威人士认为在南纬60°)。为了方便起见，以赤道为界，分称南北太平洋。

太平洋水域包括许多边缘海。如白令海、鄂霍次克海、日本海、东海、南海、爪哇海、菲律宾海、弗洛雷斯海、巴厘海、班达海、苏拉威西海、珊瑚海、斐济海、阿拉弗拉海、帝汶海、所罗门海、哈尔马赫拉海、苏禄海、马鲁古海和塔斯曼海。较大的海湾有：加利福尼亚湾、阿拉斯加湾、暹罗湾和卡彭塔里亚湾。包括这些边缘海和湾在内，太平洋的面积是1.7970亿平方公里，容积为7.237亿立方公里，平均深度为4028米。在马里亚纳海沟，最深处达11 500米。从巴拿马到暹罗湾横跨太平洋的距离是24 000公里；从白令海到南极洲的阿德尔角是17 200公里。太平洋接受从面积为1940万平方公里的土地流来的水。而排入大西洋的水，只从大约25%的陆地面来。此外，太平洋还从德雷克水道分别接受大西洋和北冰洋的水。

在广阔的太平洋中，约有80 000个岛屿。岛屿面积共44.013万平方公里，约占太平洋总面积的0.25%。最大的岛屿是菲律宾的吕宋岛和棉兰老岛，每个岛屿的面积约为10.3560万平方公里。依次下去是：新喀里多尼亚岛，面积为16051平方公里；萨马岛，面积为12945平方公里；维提岛，面积为10493平方公里；夏威夷岛，面积为10433平方公里。实际上，所有这些岛屿都起源于火山。这些大火山堆都是从很深的海底升上来的。有趣的是，这些岛屿是跟太平洋板块一起被作为全球大陆漂移的部分而移动的。

早期探险 巴尔博阿(Balboa)在1513年从东部穿越巴拿马地峡后，第一次看到了宽广海洋的平静水面。因而，他给这个世界上最大的海洋起名"太平洋"(即和平的意思)。当然，巴尔博阿并不是第一个看见太平洋的人。移来太平洋西海岸居住的人们，有证据表明他们在3万年前到了北美洲和南美洲。他们是通过当时陆地相连处(或原始的小船)穿越白令海峡地区移居过来的。他们之所以能这样做，是因为熟悉鄂霍次克海、白令海和阿拉斯加湾[参见"鄂霍次克海"]。有证据表明，在同一时期，即最后冰期伴随海面低下时，人们从中国和朝鲜移居到日本。

在过去的某个时期，身材矮小的黑人(Negritos)(由于他们的黑皮肤和矮小的身材，所以西班牙人给他们取了这个名字)开始移居北方，直到最后他们移居到菲律宾群岛为止。大约到公元前3000年左右，马来亚的探险者和开拓者到达了3141个岛，移民的事就宣告结束了。大约开始于2000年前，波利尼西亚人在太平洋上作长距离的航行。他们向东移动，最后定居于夏威夷。不错，还有像T. 海尔达尔(Thor Heyerdahl)这样的探险者提出了推测，认为可能是由南美洲的当地人乘木筏向西漂流，到了复活节岛和土阿莫土岛，才结束了太平洋的探险。

毫不奇怪，贸易和探险这两个相互联系的目标，大大加快了对太平洋的探险。西方最早是和印度、中国与东印度群岛发展贸易的。腓尼基人和阿拉伯人最早开始建立了这些穿越印度洋的贸易路线。众所周知，阿拉伯贸易者索利曼(Soleyman)在公元850年到达广州，而马可·波罗在1295年从中国途经南海和马六甲海峡返回故乡。1509年F. 麦哲伦横渡印度洋进入太平洋向东航行，直到东印度群岛的德那地。之后，在1519年到1521年期间，他通过麦哲伦海峡(南美洲的南端)横渡太平洋，第一次完成了环球航行。以后由于麦哲伦在菲律宾遇难，横渡太平洋和印度洋的其余航程是由D. 卡诺(Del Cano)完成的。

随着麦哲伦从东到西横渡太平洋，这就加快了探索的速度。科特斯(Cortes)在1521年到达墨西哥海岸。而在1535年到1536年间，他又回过头来考察了加利福尼亚湾。皮扎罗(Pizarro)在1531年航行到了秘鲁海岸。A.d. 萨弗德拉(Alvaro de Saavedra)在1527年到1528年间，从墨西哥向西航行到新几内亚。而在太平洋的另一边，F. 泽维尔(Francis Xavier)随一只探险队先后到达广州和日本。这次探险从1540年持续到1552年。1567年至1568年，A.d. 曼塔纳(Alvaro de Mendana)考察了

太平洋中部地区。曼塔纳先后访问了埃利斯群岛、所罗门群岛和马绍尔群岛。1595年他又回过头来考察了马克萨斯群岛和上克鲁斯群岛。

F. 德雷克爵士在一次从1577年持续到1580年的航海中，做了第二次环球航行。德雷克横渡了大西洋，并通过麦哲伦海峡进入太平洋，向北直到温哥华岛。然后途经菲律宾和印度洋返航。1605年，D. d. P. 托瓦(Diego de Pradoy Tovar)和L. V. d. 托雷斯(Luis Vaez de Torres)从卡亚俄(秘鲁)航行发现了土阿莫土群岛和新赫布里底群岛，或许也看见了澳大利亚的大堡礁，并发现了在澳大利亚和新几内亚之间的托雷斯海峡。

在荷兰人探险时代，太平洋的探险者和殖民者在1616年随着W. 斯考顿(William Schouten)和J. L. 梅瑞(Jaeques Le Maire)向西航行，他们通过大西洋取道德雷克航道进入太平洋。因而证明了火地岛(南美洲的南端)没有连接南极洲。他们在太平洋航行期间，发现了新几内亚附近的斯考顿岛，并给它命了名。A. J. 塔斯曼仿效斯考顿和莱·梅瑞，从毛里求斯向东航行，发现了澳大利亚南端附近的塔斯马尼亚。在返回爪哇前，他航行到新西兰、三王群岛、汤加群岛、斐济和新几内亚。后来，J. 罗格维恩(Jacob Roggeveen)仿效塔斯曼转过合恩角，发现了复活节岛。

对太平洋总的探险是由伟大的英国探险家J. 库克完成的。他在1768年到1776年先后航行了三次[参见 "库克，J."]。库克环球航行到南极洲，虽然冰阻止了他察看大陆，但他还是证明了传说中的"南大陆"要比任何人想象的小很多。他成为第一个横渡北极圈和南极圈的人。在他最后一次航行中，他通过白令海峡进入楚科奇海。库克从他最喜爱的中间集结地区塔希提岛出发，考察了新西兰，并发现了库克海峡(在两个较大的岛之间)、澳大利亚和夏威夷。虽然库克在返航途中被夏威夷的土著人杀害，但他的太平洋地图帮助了那些追随他的人许多年。

风和海流 在太平洋上形成的低纬度信风是由四个大地带所组成——在赤道的两边各两个。赤道地区是一个空气变缓慢和无风带地区，在那里热量引起空气上升并且向着高纬度的两极流动。上升的空气被东北和东南信风所代替。这种风在一年的大部分时间里一直从东到西地吹着，分布于赤道北纬和南纬25°左右的辽阔地带。在用帆船航海的那些年代里，人们常常借助于寒冷的东北信风，从北美洲航行到亚洲。

在信风的北边和南边，即在北纬和南纬30°—60°之间是西风带。船只从亚洲返回北美洲，常常靠赤道以北的信风航行。在赤道以南地带，西风常常刮得很猛烈，以致它们获得了这样的称号："怒吼的南纬40°地带"和"尖叫的南纬50°地带"。上面这些数字是指常见大风的纬度地带，在那儿常常可以看到猛烈的狂风。这种狂风常在这些地区引起长期的大风浪，最后为加利福尼亚海岸的拍岸海浪提供了良好的条件。

在西太平洋，夏季里充满湿气的风叫季风，它带着雨吹向亚洲海岸，那个地区为此而闻名。冬季，风向颠倒过来，它吹向海里成为"干季风"。

太平洋以它的台风[参见 "飓风"]或热带气旋而闻名。这些破坏性大风，在五月至十一月间袭击南海地区，在八月至十月间袭击墨西哥和中美洲海岸，在一月至五月间袭击北太平洋地区。

太平洋北端与南端的天气，主要受两极地区的控制。在那里，从赤道地区来的高空空气，下沉并向海上移动。在冬季(南半球)南极出现巨大的冰山[参见 "海冰"]，它们向北拥进南太平洋航道。

在盛行风、"科里奥利效应"和大陆障碍的共同作用下，太平洋的巨大海流在海盆里形成了两个大涡流，并以赤道把两股涡流分开。在北太平洋，涡流按顺时针方向转动；在南太平洋按逆时针方向转动。北方的涡流开始向西移动，在中美洲形成北赤道海流[参见 "赤道流系"]。在菲律宾海，这股海流转向北方变成快速流动的黑潮，流经日本的东海岸后逐渐转向东方，经过太平洋，成为北太平洋海流。在靠近北美洲附近时，北太平洋海流的一部分转向北流进阿拉斯加湾，成为阿拉斯加海流。而另外大部分海流继续向南，沿美国和墨西哥海岸流动，成为加利福尼亚海流。加利福尼亚海流离开了墨西哥海岸后，转向西并与北赤道海流会合，这样就完成了环流。

据估计，太平洋水深在500米以内时，黑潮的流量为每秒6500万立方米，加利福尼亚海流为每秒1500万立方米，北赤道海流大约为每秒4500万立方米。这些海流中最快的黑潮海流，流速为每小时2海里。

逆时针方向的南部环流在厄瓜多尔外海形成，然后沿着赤道地区的南部边缘向西流动，成为南赤道海流[参见 "赤道流系"]。在所罗门群岛和珊瑚海附近，海流主要沿澳大利亚海岸向南流动，成为东澳大利亚海流；然后转向东，再横渡太平洋，成为西风漂流。到达南美洲海岸时，一部分海流继续流过德雷克海峡，而余下的部分则转向北流去，成为秘鲁海流(洪堡海流)。离开厄瓜多尔后，秘鲁海流转向西与南赤道海流会合。这就形成了南太平洋环流。

在向西流动的两个赤道海流之间——北纬5°到北纬10°的地带，是赤道逆流。它以每秒钟2500万立方米的速度向东流去。再往南在赤道的下方是另一个向东流动的海流，叫做赤道潜流或克伦威尔潜流。这股潜流的中心深100米。

偶尔，信风呈不规则状况，有时根本无风。在这些条件影响下，赤道逆流可能会向南慢慢地流动，并在此时出现了厄尔尼诺现象，鳀所吃的浮游生物死亡，鱼洄游到较好的渔场去了，致使千万只海鸟无食

可寻而饿死。

当然，表层海流不是唯一的海流，不过只是较明显的海流罢了。在深处，表面的海水由于达到更大的密度而下降，使缓慢的、高密度的海流向外扩散。较突出的是在南极周围的地区。那里，海水冷却，增加了密度。下沉以后，冰冷的海水向北扩散，成为太平洋较大部分的底层水。有人认为，南极水可扩散到远至日本和北太平洋。

在海流相遇而海水上升的地方，下沉也会发生。例如，太平洋热带辐合带附近的水即赤道逆流，下沉到约 100 米处，然后向两边扩散，成为一个流动缓慢的海流。

海水下沉了，一定要有补充。上升流完成了大多数海水的补充。沿北美洲和南美洲的西海岸，上升流发展得很好。

潮汐　与大西洋相比，太平洋既有全日潮又有混合潮。在全日潮，每天只有一次满潮和一次落潮（24 小时，50 分）。在混合潮中，有一次全日和半日的混合潮。在东京湾、托雷斯海峡和温哥华岛可以看到全日潮。混合潮见于沿着美国的太平洋海岸。

太平洋的潮差很小：在塔希提岛大约是 0.3 米；夏威夷是 0.6 米；横滨是 1.6 米。较大的潮差可以达到 12 米，只有加利福尼亚湾和朝鲜湾才有。

温度和盐度　在赤道和北纬 30°、南纬 30°之间，海水从太阳获得的热量比海水反射和反向辐射失去的热量要多。因此，向西流动的赤道海流，在它们穿越中太平洋的长途行程中不断地获得热量。这些热量由北半球的黑潮和南半球的东澳大利亚海流带进太平洋的较冷地区。当然，大部分的热，在这些海流重渡太平洋成为北太平洋海流和西风漂流时，已经消失。沿赤道的海水，表面温度是 28℃。在赤道的北部和南部，气温则逐渐地下降。由于受南极和南太平洋的影响，南太平洋的海水冷些。在南纬 60°，海水表面温度下降到 2℃左右，而在同一纬度的北太平洋，温度则在 8℃左右。

太平洋表层的最高盐度出现在北太平洋和南太平洋海流环流的中心。在那里，蒸发量超过了降雨量，海流和风的方向造成了这些地区表面海水的高盐度。在这两个地区，可以找到盐度大于 35×10^{-3} 的海水。太平洋海盆的北部与南部海面，盐度降到小于 34×10^{-3}。沿北美洲和南美洲的海岸也能发现低盐度的海水。由于大雨稀释了海水表层的盐度和经常发生的乌云密布，减少了蒸发，所以低盐度（小于 34×10^{-3}）的海水见于沿赤道地区。

海盆　太平洋海盆除了是最大的大洋海盆之外，还有其他特点。例如，由于北美洲和南美洲在向西移动，太平洋海盆正在收缩，而大西洋海盆则在扩大。由于澳大利亚向北移动，印度洋海盆也在扩大。不加夸张地说，由于这些大陆板块的蚕食，太平洋海盆正以每年 9 厘米的速度消失［参见　“大陆漂移”］。正是由于周围压力的结果，太平洋海盆的边缘地带成为著名的“太平洋火圈”。因为它含有比世界其他地区更多的火山（活火山和死火山）和地震。海盆底还含有比其它所有大洋海山总和还多的海山（大约 1000 个）。毫不奇怪，早期的探险者象达尔文（1879）和费希尔（1889）确信，由于一个巨大物体的引力，月亮是从太平洋海盆中分裂出去的，给地球表面留下一个巨大的凹地。

太平洋东部海底主要的特征是有东太平洋海隆，它长达 75 623 公里，属于中太平洋的一部分。这是贯穿全世界所有大洋的海岭系统。东太平洋海隆在澳大利亚和南极洲之间从西边进入太平洋，然后转向北，经过加利福尼亚湾与北美洲相交。安德烈斯断层从旧金山南部转入海里，是太平洋板块和北美洲板块交接处的陆地延伸。如果太平洋海隆继续向北到阿拉斯加湾，就会被扩散在海底上的沉积所遮蔽。太平洋少数深海平原之一的阿留申深海平原，是流动到这个地区东南的沉积物形成的［参见“深海平原”］。

高出海底 2000 米到 3000 米的东太平洋海隆，被与海隆成直角的转换断层所冲击而形成很大的裂缝。每隔大约 322 公里就出现断层，偶然凸出来而成为北加利福尼亚海岸的门德西诺断裂带和新西兰东海岸的埃尔·坦宁断裂带。这些断裂带很长。例如，克拉里恩断裂带，成一条直线从墨西哥海岸直到夏威夷群岛的南面。

西太平洋海盆的地形和结构与东太平洋有很大的不同。例如，在东太平洋海盆中，有许多海山，特别是在墨西哥海岸、加利福尼亚海岸和阿拉斯加湾的南部地区。然而，在西太平洋海盆中的海山，包括许多穿出海面的岛屿和活火山。

西太平洋海盆中最突出的特点是海沟。这海沟从新西兰的北端到鄂霍次克海东部边缘的堪察加群岛，成弧形劈开洋底，最深处达 11 500 米。这些海沟代表着一个轴。沿这轴，一个巨大的板块被压在另一个板块的下面。在西太平洋，潜没过程产生“岛弧”的结构。两个板块的相互作用，在大陆旁边形成平行于海沟的双线岛。这两个地带相距 50 公里到 150 公里。离海沟最近的地带是非火山地带。这些地带常含有由于潜没过程而推上来的海洋沉积物。这个地带的内部是一系列的火山，有活火山和死火山两种。这些火山的出现，是由俯冲板块在深处溶化而触发的。许多科学家确信，这种延续的过程是与澳大利亚向北移动有关的。这种延续的最后结果将会使亚洲大陆向东增长。

沿中美洲和南美洲海岸，海沟也是很明显的。在这些海沟里（和其它海沟），可以把放射性废品安全地放在这里。因为，随着时间的推移，潜没过程会把这些物质深深带进地球的内部。

覆盖在太平洋盆地的玄武岩性质板块上的沉积物比其它大洋盆地中的沉积物要薄。地震研究指出：有 1 公里厚的固结沉积物层，被大约厚 300 米的

末固结的沉积物所掩盖。然而，在加利福尼亚海岸的附近，深海钻探找到了只有一层厚200米的末固结沉积物下面的玄武岩。沉积物的厚度，在靠近东太平洋海隆的地区在迅速地减少。在那里存在着另一个新的板块[参见 “大陆漂移”]。

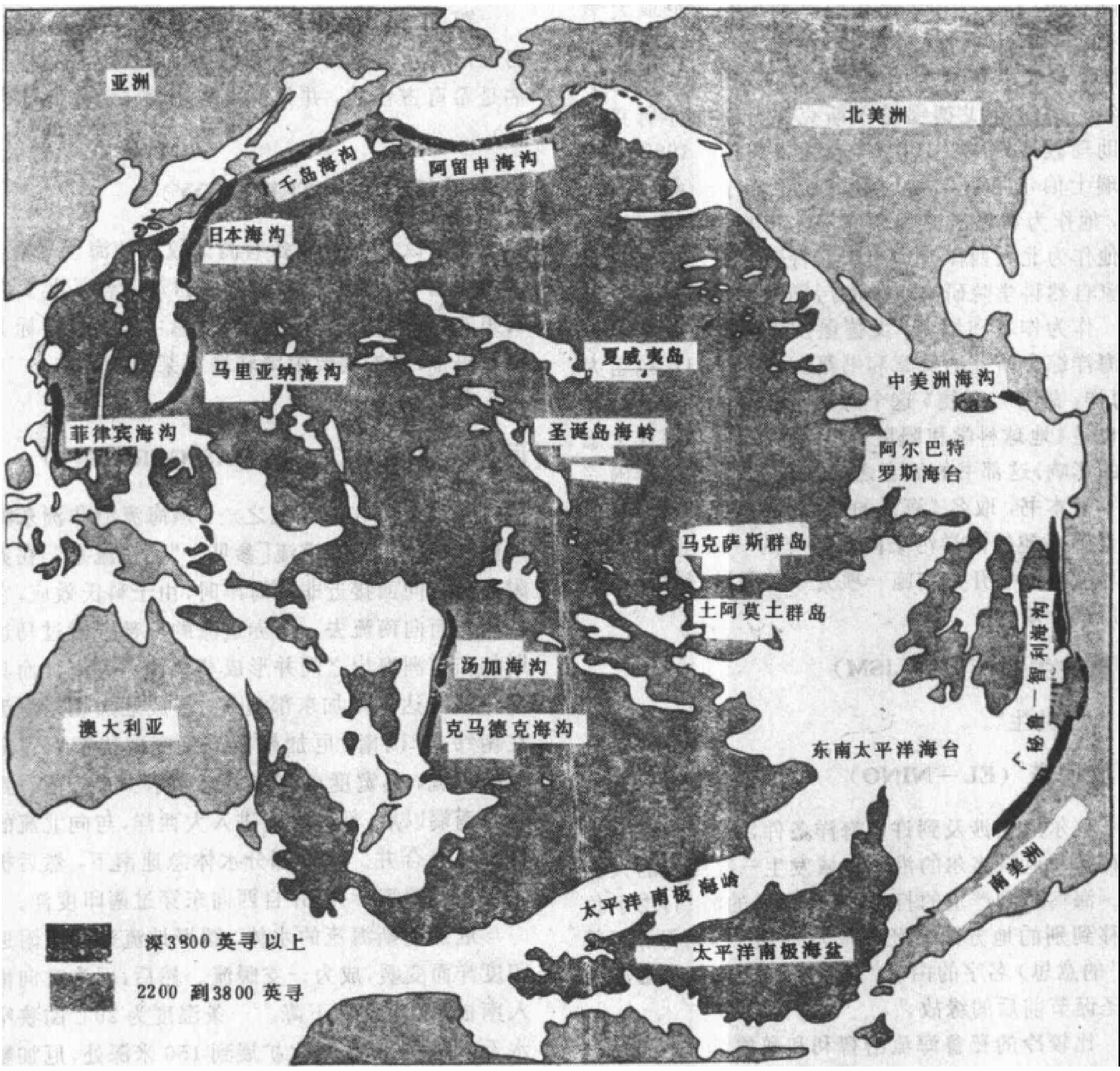


图 包含着许多海沟的太平洋海盆

在太平洋，沉积物分布的方式现在还很难了解。据估计，除了海岛和大陆周围外，太平洋的沉积密度，与穿越美国大陆所取得的50个到60个样品的结果相似。一般地说，沉积物是由红粘土、陆源物质、火山物质或海洋生物的残壳组成：如硅藻、放射虫、球房虫[参见 “海洋沉积物”]。在太平洋的南北两端发现了硅藻软泥，而在赤道的北面，则发现了一夹层放射虫软泥。大多数深海盆的残留物是由红粘土和球房虫软泥组成的。当然，在海底和海湾底交界处也发现了丰富的陆源沉积物。在西太平洋的火山岛周围发现了火山灰和乱石。

总的说来，太平洋沉积物的厚度，象别的大洋盆地一样，比仅在几年前推测的要少[参见 “大陆漂移”]。

也可参见 “锰结核”。

不洁雾(CALLAO PAINTER)

见“厄尔尼诺”。

不连续层(DISCONTINUITY LAYER)

见“温跃层”。

戈德堡，E. D. (GOLDBERG，EDWARDD. 1921—)

E. D. 戈德堡是美国化学家。他由于在天然水和沉积物的地球化学、应用放射性测年技术测定沉

积物年龄、海洋污染以及应用冰川研究地球表面的近代地质活动等方面的工作成就而出名。他现在是斯克里普斯海洋研究所的化学教授。

戈德堡于1921年8月2日出生在加利福尼亚的萨克拉门托。1942年在伯克利加利福尼亚大学获得理学学士学位。1949年在芝加哥大学获得化学博士学位。第二次世界大战期间，在海军服务了四年。1949年戈德堡进入斯克里普斯海洋研究所任助理教授，并在1961年成为正教授。1960年他在瑞士伯尔尼大学物理研究所工作了一年。在那里，他作为客座研究员研究了冰川的积累率。1970年他作为北大西洋公约组织的特邀研究员在比利时皇家自然科学院研究了北海污染问题。

作为作者和编者，戈德堡发表与出版了许多有关海洋综合研究的文章和书籍。他一直担任题名为《海洋：思考与观测》这个海洋学技术丛书的编辑。他也是《地球科学和陨星》与《人对陆地和海洋生态系的影响》这部书的编者之一。最近，他为联合国完成了一本书，取名《海洋的健康》。1975年，作为他一直感兴趣的海洋污染问题研究的一部分，戈德堡为环境保护厅开始实施一项关于美国沿岸海洋污染的监视计划。

互惠共生(MUTUALISM)

见"共生"。

厄尔尼诺 (EL－NINO)

厄尔尼诺涉及到许多海洋条件，每隔5—8年，在秘鲁和厄瓜多尔的沿岸水域发生一次生物的大灾难。海鸟遭到严重的打击，成千上万的海鸟，由于鱼迁移到别的地方而饿死。厄尔尼诺（西班牙语"基督"的意思）名字的由来，是因为这个现象经常出现在圣诞节前后的缘故。

比较冷的秘鲁海流沿智利和秘鲁海岸向北流，直到向西汇入南赤道流为止。在这股海流附近，由于科氏效应和盛行风的共同作用，推动表面水向西，结果，在沿岸代之而来的是富有营养和稳定的冷上升流。表层水稳定的营养物质，滋养了大量的浮游植物，这就形成了世界著名的大渔场之一。此地，秘鲁鳀和金枪鱼特别丰富，是海鸟的食料，而海鸟又产生大量鸟粪，用做肥料。

有时，南半球的夏季期间，信风驱使南赤道流沿赤道向西，有时减弱或者中断，因此，在这个期间内，富有营养的冷上升流也随之停止，而从向东流的赤道逆流来的高盐度表层暖水，向南运动以代替上升流。此时，在比较贫瘠的水中，浮游植物枯竭，秘鲁鳀迁移到其他地区，因而赖以生存的海鸟也就饿死了。

由于厄尔尼诺效应作用的结果，海洋生物腐烂产生的硫化氢，使船体变黑，这就是众所周知的在秘鲁卡廖港出现的卡廖漆匠(厄尔漆匠)。大多数地区几乎每年出现于4—6月的、破坏性较小的厄尔尼诺现象称之为Aguaje。

巨口鱼类(STOMIATOIDS)

鲱形目，巨口鱼亚目鱼类在分类学上的名称；它们包括发光鱼类及其亲缘鱼类，都是小型的，样子常常是希奇古怪的，并具有发光器官（发光腺体和器官）。

巨型浮标(MONSTER BUOY)

一个巨大的并装备有测试仪表的海上平台，它可以系留于深海，并一次可以自动工作一年。它所收集的若干有关海洋特性的信息可储存于浮标上的磁带机中，或按需要中继转播至某个岸边站。

参见 "海洋仪器"。

厄加勒斯海流(AGULHAS CURRENT)

是流速最大的海流之一，该海流沿非洲东海岸向南流动。当南赤道流[参见 "赤道流系"]在赤道附近由东向西接近非洲海岸时，由于科氏效应，它向左偏转而向南流去。南赤道流的一部分流过马达加斯加和非洲海岸之间并形成莫桑比克海流。而其余部分从马达加斯加东部流过，形成厄加勒斯海流。在南纬30°以南，厄加勒斯海流变成狭窄而完全确定的海流，其宽度自海岸算起小于100公里。到达非洲南端以后，部分海流进人大西洋，与向北流的本格拉海流合并。而大部分水体急速南下，然后折向东与西风漂流合并，并自西向东穿过南印度洋。

厄加勒斯海流的水体，缓慢地流过赤道附近的印度洋而变暖，成为一支暖流。然后，因为它向南流人南极，温度逐渐下降。一条温度为20℃的狭窄的水舌，即厄加勒斯暖水扩展到150米深处，厄加勒斯暖水水舌下面到它的另一边界——扩展到400米深度，是另一个均一水团，其温度为17℃。从此再往下到第二均一水团的水，温度则下降得更快。厄加勒斯冷水和暖水之间的边界以盐度为35.6×10^{-3}作为标志。

厄加勒斯海流的流速随地区、深度和季节而变化。主要的南部海流的典型流速是在20—60厘米/秒的范围内。

贝壳(SHELLS)

见"贝类"。

贝壳类(SHELL FISH)

水生无脊椎动物的名字，如软体动物或任何有壳动物。这些动物有一个壳或外骨骼[参见 "蛤"；"龙虾"；"海水养殖"]。

内波 (INTERNAL WAVE)

见"波浪"。

内陆海(INLAND SEA)

可定义为这样的水域，它的四周都被陆地所包围，只有一个狭窄海峡，与大洋或别的海相通。亚速海是内陆海的最好例子，经过刻赤海峡流入黑海，从黑海经过达达尼尔海峡又流入地中海，再从地中海经过直布罗陀海峡流入大西洋。另一个例子是波罗的海，经斯卡格拉克海峡和卡特加特海峡可与北海相通。

许多"内海"，实际上是湖泊，因为它没有一个与某一海或洋相通的海峡。相反地，里面的水都是来自降水和周围陆地的淡水。它所往外流的水，即使有的话，也是取道于河流。世界上最大的内陆水域——里海，就是这种湖的最好例子。它位于伊朗以北，苏联西南部高加索山脉中的低海平面以下，大约相当于加利福尼亚州的大小，总面积为 42.18 万平方公里，长度为 1200 公里，宽度为 208—480 公里之间，约低于海平面 30 米。流入的河流有苏联的伏尔加河、库拉河、捷列克河和乌拉尔河。因为，流入的河水，部分供里海海盆的灌溉工程用，而且流入的水量还不够蒸发的消耗，所以，里海水位不断下降。除了蒸发以外，里海再无外流的水。虽然，里海海水的盐度比一般的大洋海水要低得多，但里海的水还是咸的。

在里海以东约 280 公里处，还有一个大咸水湖，叫做咸海。总面积为 63545 平方公里，流入咸海的有阿姆河和锡尔河。同里海一样，咸海也无外流的水。

在加利福尼亚的东南部有一个咸水湖，即著名的索尔顿海，是美国的一个典型的"内陆海"。它位于乔科拉特和圣罗莎山脉之间，低于海平面约 80 米。索尔顿海，长 48 公里，宽为 13—16 公里。索尔顿海形成于 1905 年和 1907 年，科罗拉多河水冲垮了灌溉堤大闸门，水向北泛滥，淹没了索尔顿盆地。但自 1936 年建起了胡韦尔大坝后，这种洪水不可能再重演了。从干涸的盆地流入索尔顿海的水已很少，索尔顿海是否能长期存在下去，还是个疑问。

日本海(JAPAN SEA)

西太平洋的一个边缘海。东面以日本三大岛(九州、本州和北海道)为界；西和西南面濒临朝鲜；北和西北面与苏联相邻。东北部有宗谷海峡与鄂霍次克海相通[参见 "鄂霍次克海"]；经本州与北海道之间的津轻海峡与太平洋相连。南部，经朝鲜海峡与黄海、东海相通。日本海的总面积为 97.8 万平方公里，平均水深为 1752 米，容积为 171.3 万立方公里。日本海盆内已发现的最大水深为 4049 米。

古时的人，也许可以步行越过现在的日本海。有证据表明，随着末次冰期(11 000—8000 年前)而来的海平面低水位时期，朝鲜海峡和宗谷海峡都被干露，可作为日本通向亚洲大陆的陆桥。在日本南部的岛屿曾发现印度大象的化石遗骸，在日本的北部，曾发现长毛猛犸的化石遗骸。类似的方法说明，古时的中国、朝鲜和西伯利亚人曾迁到日本去过。

日本的文字记载史是从公元前 660 年 J. 坦诺开始的。他占领了本州主岛，成为日本的第一个皇帝。公元 550 年，一位朝鲜佛教徒扬帆去日本，带去了各种文化和书面语言，但是直到 1543 年，葡萄牙船员在这里登陆后，日本才闻名于欧洲，尽管 13 世纪末叶，马可·波罗从中国回去时，带回了一个关于有日本存在的报告。虽然如此，直到 1660 年前，尚未出版过一幅较好的日本海图，迄今天所通用的"日本海"这个名称，也是到 1815 年才有。这是俄国航海家 A. J. v. 克鲁森斯特恩给这个海取的名字。

日本海的陆架较短，且发育得很不好[参见"大陆架"]。沿日本西岸，大陆架到 200 米水深止，朝鲜和苏联东岸，大陆架到 140 米水深止。这些大陆架都被许多海底峡谷所切割。西部边缘，峡后的口端伸到 2000 米深度附近；东部边缘，峡谷口端伸到 800 米深度附近。

日本海深海盆最明显的特征是：在北部和西北部这半个海域，水深均大于 3000 米，无甚特色的海盆，称为日本海盆。从该海盆往南就较复杂，海底被大和堆和修普(Syunpu)浅滩隔开，两浅滩之间又隔着一条深海槽。南部的海底还局部地分布着一些岛屿，如朝鲜海峡有对马群岛，本州南部西岸有隐岐群岛，朝鲜近岸有郁陵岛。

日本海的主要海流是往北流的对马暖流。它是从黑潮分离出来，经过朝鲜海峡流入日本海的。对马暖流的分支叫东朝鲜暖流，沿朝鲜近岸北上，然后转向东，再与对马暖流相汇合。对马暖流，最后经津轻海峡(津轻暖流)流入太平洋。经宗谷海峡(宗谷暖流)流入鄂霍次克海。此外，日本海还有三支独有的寒流(北朝鲜寒流、近海地区寒流和日本海中部寒流)。这些寒流由北往南流，于日本海中部与暖流相混合。

日本海北部，尤其在西伯利亚沿岸，11 月开始结冰，2 月中旬冰区扩展到海的中部，使航海受到严重障碍。5 月，各水域都已无冰。

同所有近似封闭海一样，日本海的潮汐极小。日本沿岸潮差仅 0.2 米，西伯利亚沿岸为 0.4—0.5 米。朝鲜海峡，因与黄海及东海相邻，潮差约为 2 米。

在日本海，日本和朝鲜的许多潜水妇女，从事于她们艰苦的行业已有 1000 多年了。

中子活化分析(NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS(NAA))

一种分析方法,包括采用中子轰击样品(例如海水)。在这种方法中,放射性同位素是由固有的元素产生的。辐射源可以是中子反应堆-加速器类型的快中子发生器,也可以是能发射中子的放射性同位素,例如锎-252。记录由放射性同位素衰变而产生的X射线的能谱。与光谱法相似,可以鉴定谱峰的能量和峰下的面积,其与所存在的元素含量有关。

在海洋学的某些研究工作中,中子活化分析是一种很有价值的方法。例如在海洋环境中,痕量元素在地球化学和生物学过程中起着重要的作用——一种与其极低的浓度不相称的作用。痕量元素还可作为研究深海循环的杰出标记物,并能作为化学上相关的放射性核素的代替物。中子活化分析已使直接使用仪器和同时分析数种复杂的混合物成为可能,而过去却需要进行广泛的放化分离和极灵敏的计数方法。在避免样品的偶然沾污以及允许用很小量的样品进行测定方面,能直接用仪器进行测定这一点特别重要,沾污问题曾长期使痕量元素分析者感到苦恼[参见 "海洋仪器"]。

中大洋动力学实验(MID-OCEAN DYNAMICS EXPERIMENT(MODE))

这是美国和苏联两国的物理海洋学家于1973年在北大西洋联合进行的动力学实验。

中大洋动力学实验是把海洋学观测与先进的数值理论结合起来,以建立中尺度涡的动力学和统计学,了解它们的能源及其在海洋总环流中的作用达到更详细地了解大洋环流波动的目的。中大洋动力学实验-I,在海洋学组织机构方面的实验差不多和它的科学研究上的问题一样多,并且它的组织已经成为一些大的海洋学计划的模式。

在中大洋动力学实验的各种发现中,最重要的是开阔海域上的涡旋。涡旋具有动力学的特征,对于大洋环流具有深远的影响。这些涡旋是由一些完全可靠的仪器和方法测量出来的。这样,在很多情况下,中大洋动力学实验-I为新的海洋仪器提供了试验场所。

水(WATER)

无色、无臭、无味的化合物(氢的氧化物,或H_2O),它由氢和氧所组成,两个氢和一个氧结合在一起构成水分子。纯水在0℃(32°F)结冰,在100℃(212°F)沸腾。地球的3/4左右为水所覆盖,其体积约为13.6亿立方公里。但可作饮用的淡水却不到其1%。这部分淡水的分布极其不均匀,北美、非洲和亚洲的大型湖泊中含有全世界淡水的75%以上。

几乎每一学科的科学家都在研究水。虽然表面看来最简单的分子之一——水分子的性质能充分地得到阐明,但情况并非如此。关于水的结构(水分子的真实排列以及氢的键合情况),特别是关于水何以表现出与任何液体不同的最反常的性质,其基本科学依据尚未完全研究清楚。科学家们设法解决此问题已历经多年,并提出许多理论以图解释水的反常性质。这些反常性质最为人们所熟悉的就是固体水(冰)的密度比液体水的小。这种不寻常的性质(只有铋、锑和镓具有这种性质)或许对地球上生命的存在和发展具有头等重要性。如冰的密度比水大,则在淡水体(其溶解盐含量低于1000ppm)结冰时,随着在冷却表面新形成的冰块的不断下沉,封冻过程将自底部向顶部发展。这种现象将使维持深层生命的液态水消失掉。

许多权威人士相信,地球上的生命起源于海洋,海水(按定义约含35000ppm的溶解盐)的密度为淡水的1.026倍,因其中添加了溶解盐的重量。

一个仍存在争议的未决问题是:陆地和海洋中的水是否在地球形成时就开始出现。有几种理论,一种理论认为,水是由于火山作用而自地球内部蒸馏出来的。大约在25亿年以前,新形成的转动着的行星地球,将其重的金属引向熔融的核心,而通过火山作用把较轻的物质包括水集中到表面。然后水即参与水文循环:由地表面蒸发,为空气团所携带,以雨、雪的形式沉降,经地表径流和渗滤作用而返回海洋,此时它携带着由溶解和侵蚀岩石而得到的各种无机盐

吸取海水的鱼类是这样被自然安排的:它们能自水中排除盐分,而保留水本身以维持生存。像海象、鲸类、海豹类和海豚等海洋哺乳动物也能饮用海水,因为它们的肾脏产生的尿中含盐分比海水还浓,这样它们就能排泄所吞入的小量水中所有的盐分。

人类的肾不具备海洋哺乳动物的这种能力,人类饮海水时,必须排出比饮入的还要多的水。这样,饮用海水的人实际上要经受失水的痛苦。因此人类必须饮用淡水或含盐量小的水。当有溶解矿物存在时,这种淡水叫做硬水;如所含矿物较少,则称为软水。未污染的水对生物学过程起着重要作用。此外,像对农业、工业和商业供应能量和各种原料一样,向居民和国民经济各部门供应足够的优质水是至关重要的。

水母(JELLYFISH)

任何有两层钟形腔肠动物的俗称(也称刺细胞动物),属于腔肠动物门中的水螅纲(Hydrozoa)和钵水母纲(Scyphozoa)。

水母出现在海洋的地理学上的各部分,即在水面上、中层以及底层。水母的大小变异很大,从直径为很微小到数英尺。

这些杂食性的动物与珊瑚,海葵,水螅以及柳珊

瑚这类动物是属于同一大类[参见 "珊瑚"；"海葵"]。它们在构造上都是相似的，都具有一外侧细胞层（外胚层）和一内侧细胞层（内胚层），两层之间有胶状物质。所有这些就构成了一个敞口的搏动气球形状，有毒液的触手围绕着口。毒液是藏在附着在触手上的刺细胞内。毒液的毒性强弱程度是根据水母的特定品种而定的。所有水母中对人类最能致死的是澳大利亚的海蜂[立方水母目(Cubomedusae)的箱水母)]。这种动物可能是海洋中的最危险的动物。据悉，15只触手中的任何一只上的刺，都可在数分钟内杀死1人。

许多种鱼和海龟食取水母。水母也是杂食性的，它们也食用鱼类。当它们捕捉鱼时，用刺或粘胶的触手将鱼抓住，然后送到位于钟状身体下部的嘴内去。

水母有从单一个受精的卵形成的许多个体产生群落的能力。僧帽水母(Physalia)，一种管水母(Siphonophorea)，可说明这一点。事实上，这代表了一个由数千个自一单个的卵发育而成的动物构成的群落。

水声(UNDERWATER SOUND)

水下声音是科学家用来研究海洋的最有效的工具之一，这些研究包括海水的特性、海底介质和海面的结构、海洋生物等。当前，水下声音已被应用于探测潜艇和海中水雷、通过北冰洋浮冰区时避开冰山、水下通信、水下导航等方面，此外，利用回声可在运动的船只上连续记录海深，而不再用花费二小时多的时间使用带重锤的钢丝去进行深度的单个测量。另一方面，在探测渔群和研究许多海洋动物的"语言"中，声音越来越更加有用。但是，水下声音易受许多机械的和环境的影响，致使它成为很难使用的一种工具。

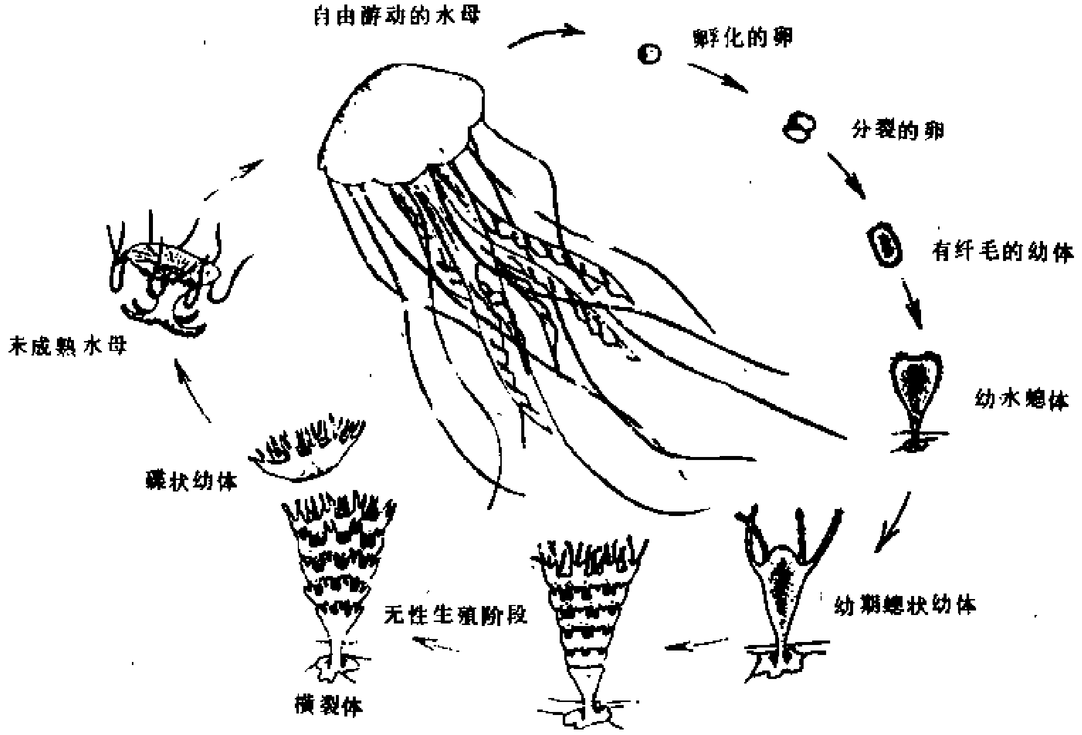


图 水月水母生殖周期中的各个发育时期。成年水母的触手含有刺丝囊或刺细胞用来麻痹和捕捉敌人。

特性 和任一弹性介质中的声一样，水下声波是纵波（介质的粒子沿着声波的传播方向前后运动），它作为一连串的压力峰（压缩）和压力谷（稀疏）自声源向各个方向传播（聚焦声源除外）。声波的队列可类似于海洋表面波浪，利用正弦波予以描述，任意两个波峰之间的距离叫做波长，在1秒钟内通过给定点的波峰数叫做频率。频率用每秒钟的周期数来量测并表示成与周期数相同的赫兹数（也就是说每秒钟100个循环周期就称作100赫兹）。声波的振幅是指波峰到波谷距离的一半，声音的强度通常用分贝(dB)来度量，由于人们所感兴趣的声级和声强覆盖范围相当大，所以采用对数标尺的分贝单位更加实用。例如，在声级上10分贝的变化表示相差10倍，20分贝的变化表示声级相差100倍。为了分析声波和对声波彼此之间相互比较，一个完整的声

波周期被分成360个相等间隔，每一间隔为1°。这样，这一声波的相位允许我们在单个波中鉴别出360个位置中的任一个。如果两个振幅相同的重迭的波列同相迭加，则它们彼此加强而声级加倍；如果两个波列的相位相差180°，则它们彼此相消而不再产生声音。

随着水中温度、压力和盐度的增加，水中的声速也随之而增加，其中温度的影响又是最重要的，温度每增加1℃，声速将增加3—4米/秒；而盐度每增加千分之一浓度或深度增加55米，声速仅增加1米/秒。海水中的平均声速为1480米/秒，而空气中的声速大约是330米/秒。

显然，海洋中温度、压力和盐度对声速的影响存在着意义深远的含义，如果假设在整个海洋的深度和宽度上温度、压力和盐度为常量，那么，声波将沿着直线传播。但是，实际情况并非如此，在海水介质的某些层中存在着声速的增加或减少，所以声波传播中必然转变方向。海洋中最上面的120米就是人们所知道的混合层或叫做等温层。在这一层中，风的影响、海浪的作用和太阳的照射等产生的条件使温度近于常数，但在某些时间和某些地区，混合层也可能不存在。混合层下面是温度跃变层又叫温跃层。在大西洋，温跃层向下延伸直到1200米；在东北太平洋，温跃层向下延伸到600米。在温跃层中，温度下降很快，温度对声速的影响远大于由于压力增加而引起的声速变化，因而声速一直下降，直到声速达到一个最小值为止。在温跃层以下，温度不再变化，但由于压力仍继续增加，所以声速也连续增加。

在不同的海洋水层中，由于声速的变化将引起声波传播路径的弯曲，这一点对水声通信、水下勘探和探测潜艇都是至关重要的。当舰船沿着它的前方发射声波进入混合层时，由于海水压力的增加产生的声速梯度，使一部分声能在达到温跃层之前就向海面弯曲回来，然后又经海面反射向下传去，只要保持足够的能量，这种声线弯曲会一直重复下去。未能弯曲到海面的那一部分声波将进入温跃层，由于温度下降导致了声速减小，这部分声波又向下弯曲，这样，在声能分裂开之后的区域称为影区，显然，潜艇躲藏在影区内就可避开水面舰艇的搜索。向下方大于与水平成20°角发射的大部分声能，将因压力的增加或海底的反射而转回海面，声波返回到海面的那一点称为会聚区。会聚区的距离大约是58公里。如果入射角足够大，那么，声能将穿透入海底，并将由不同硬度的沉积层界面反射后返回海面。正是根据声波传播的这一特性，石油公司用它来勘探石油和油气，地球物理学家用它来研究海底下面的分层结构。

在声波传播中，接近于温跃层底部的区域是一个独特的区域。在该区域的上面温度增加；在该区域的下面压力增加，从而使声波弯曲并返回到该区域的平面上，因此，如果声波是水平发射，那么，围绕该平面声波上下弯曲，因而很少有能量的损失，从而形成了水下深海声道或声发声道。深海声道的作用犹如一个声管，它能使声波传送到很远的距离。例如，1960年澳大利亚附近的深海声道上的炸药爆炸，却在百慕大附近接收到了此爆炸信号，其传播距离达到19 000公里。

除了声线弯曲影响之外，在海洋中使用声波的效果还与频率和混响有关。声波的频率愈高，海水对它的能量吸收愈快，例如，频率为100赫的声波，其传播距离可达数千公里；而1 000 000赫频率的声波，其传播距离只有数十米。在某种意义上讲，这显然是不幸的，因为对于某些类型的海底探测往往需要有高的分辨率，而只有高频率的声波，才能满足高分辨率的要求。

混响是由于声波能量被散射而形成的，形成混响的散射体有：海洋表面（表面混响）；海水介质中的粒子物质、气泡、温度不连续的界面等（体积混响）；起伏不平的海底（海底混响）。从希望探测的远距离目标上反射回来的声能量取决于双程传播过程中转换成混响而损失的能量的大小。

利用水下声波时最常使用的设备是声辐射器，它利用机械的、化学的或电的能量产生声波。从目标上反射回来的回波，通常使用水听器或水下微音器接收。把辐射器和水听器组合在一起，就称作换能器或声呐，换能器可设计成能产生指向性或非指向性的声场，也可以产生连续或脉冲的信号。

噪声　当在海洋中检测声信号时，总是伴随有其他声音存在，这些声音汇集而成背景噪声。背景噪声可分为自噪声和环境噪声。自噪声由下列三部分组成，即声呐接收机中的电路噪声，船体内部产生（如主机等）并通过船壳辐射到水中的噪声和船与水的相互作用而产生的流体动力噪声。

环境噪声包括从所有其他声源所接收到的声音。环境噪声起始于由水分子和水中溶解的盐的热运动所产生的声音。环境噪声还包括风吹动海面、雨、拍岸浪、翻白花卷浪以及气泡破裂等原因产生的噪声。此外，其他船只产生的航行噪声、海港与近岸活动产生的工业噪声也是环境噪声中的主要成分。环境噪声中还有一个重要成分就是生物噪声，早在第二次世界大战初期，人们发现在热带或亚热带接近浅海的区域，环境噪声通常被一种油炸脂肪的嗞嗞声所代替，当接近岸边时，声音又像燃烧树枝的噼啪声。人们发现，这种声音是由叫虾闭口钳子产生的可听见的卡塔声所引起的，成千上万的叫虾，不停地卡塔卡塔闭合它们的钳子，这种喧闹声严重地干扰了人们的听觉。此外，在鱼类中有一种打鼓鱼，它的声音就像快速敲打四到七下空心圆木，然后周期性重复。在5至7月，打鼓鱼成群结队聚集在美国东海岸的某些地区，它们的黄昏大合唱可持续几小时，直到天黑才结束。除了叫虾和打鼓鱼外，在不同

的地区还可以听到大量的卡嗒声、吱吱声、喇叭声、叹气声、吠声、咯咯声、口哨声、敲打声和呻吟声。利用动物产生的这些声音，人们已经可以用来识别螃蟹、龙虾、海豚、鲸鱼、海狮和海豹等。

为了减小自噪声，人们进行了长期不懈的努力，特别在海军范围内更是如此。但对于抑制环境噪声，其最有效的方法就是信号处理技术，利用信号处理技术可从背景噪声中提取所需要的信号。

早期的历史 水下声音的特性对于早期的研究工作者并没有多大的吸引力。亚里士多德很早就注意到，和在空气中一样，水中也能听见声音。经过2000年后，L. 达·芬奇(Leonardo da Vinci)观察到，"假若你让你的船停下来，将长管子的一端插入水中，把管子的另一端靠近你的耳朵，你将会听到远处的船"。如果注意到当时还没有发动机，显然，达·芬奇的观察是相当出众的。然而，首次公开发表水中声速的测量是瑞士物理学家 D. 科拉东(Daniel Colladon)和法国数学家 C. 斯特姆(Charles Sturm)于1926年完成的。他们的测量是在日内瓦湖上进行的，他们用一个浸没于水中的钟作声源，当敲击钟时利用一个可见信号作指示，水下接收器是观察者的耳朵。他们利用这种方法所测得的声速为1435米/秒，这个值十分接近今天所使用的水下声速平均值1480米/秒。

水下声音具有可测量的声速这一事实，导致了一系列的制造测试仪器的尝试，这些测试仪器包括在海洋中用声信号测量海洋的深度、探测船和冰山这样的目标以及水下通信等。爱迪生曾发明了在船之间利用声波通信的方法，但未引起海运有关方面的注意。1912年，R. A. 费生登(R. A. Fessenden)成功地制造了一个换能器，这个换能器可用于水下通信和探测水下目标。经改进后的换能器还可用来探测几公里外的冰山，并且在第一次世界大战期间曾经为美国潜艇所使用。1919年，M. 马泰(M. Marti)发明了一种记录器，它可以对来自反射目标或海面的返回声信号进行连续地记录。这一发明和换能器技术已经取得成就相配合，产生了至今仍在使用的回声测深仪。回声测深仪测量从发出声脉冲到接收到返回声信号之间的时间间隔，并把它作为等高线记录在纸带上。在绘制海图和了解海洋世界中，至今还没有其他测深仪器比回声测深仪更有价值。

在第一次世界大战初期，作为海战中主要装备的潜艇迅速增加，这就大大加速了水声的研究和发展。今天，多种用途的大型声发射和接收基阵已经问世，人们对海水中声发射的理论也大大前进了一步。然而，由于环境的复杂性所致，至今仍有许多东西有待于进一步认识。

主要用途 今天，水声的最大用户仍然是世界各国的海军，他们力图获得并保持对抗潜艇提出的挑战。声呐包括主动式(在水中发射一声脉冲，然后被一个目标反射回来到达接收机)和被动式(仅仅听测)。声呐可供飞机、直升飞机、舰船和潜艇使用，也可以当作固定的无人操作的敏感器使用。如果在潜艇和舰船上使用，声呐则安装在艇壳上，通常常装在舰首，因为这样能更好地向前方辐射声波，并且避免了沿壳体水流产生的流噪声和舰船本身的机械噪声(辐射噪声)。直升飞机使用吊放声呐时，它在悬停位置吊下放入水中。与此相反，巡航飞机则必须依靠声呐浮标，这种小浮标带有可展开的水听器和无线电发射机。按通常的方式，声呐浮标由几百米的高空投入水中，水听器即被展开，它所接收到的声信号被无线电发射机发射到旋回巡航的飞机上。

海中水雷的定位和使之失效也部分地依赖于水声。通常，水雷或固定于海底，或系留在海底上，这时水雷本身漂浮在海面下的一定距离上。沉底水雷大约和家用的热水锅炉一般大小，而系留水雷的直径可达1米。因此，要想探测到这些小的水雷目标，特别是存在海底反向散射声波时，必须使用相当高频率的声能量。探测水雷的声呐固定在舰首，将它垂直放下以减小起伏的海表面层产生的声音(可变深度声呐——VDS)。探雷声呐还可以装在船后的拖体上，拖体航行在距海底的固定高度上。

自导鱼雷也是利用声波搜索目标。它们在被动方式工作时，利用目标辐射的噪声定向；当它们以主动方式工作时，利用被目标反射回来的声脉冲定向。鱼雷使用的声接收机装在雷头的两侧以产生双耳效应，因为这是确定接收到声波的方向所必需的。此外，接收机装在鱼雷的头部还可避免接收到鱼雷本身发动机发出的噪声。

水声正被海洋学家和商业团体更加广泛地用作导航的辅助设备，以便对某些特定的活动提供更加精确的位置。为此目的而使用的声波分为两类，第一类需要对所感兴趣的海底获得非常准确而详细的地图，这时，舰船、潜艇或潜水器需要垂直向下发射声波，以便描绘出海底的图片，然后根据它下面的海底特征确定它在地图上的位置。

第二类是需要对海底上的每一个声信标或应答机定位。声信标以准确的时间间隔发射声脉冲，信标和船上各有一个同步时钟，这两个时钟是彼此经过同步校准的。对于应答机，只有在船上的声脉冲询问时才发射脉冲。为了区别不同的应答机，每个应答机有它自己的频率，但这些应答机都响应船上发射的一个共同频率。如果知道特定水域中的声速，然后根据时间差，船就可以由三角学的关系确定它自己的位置。依据每一个声信标或应答机所确定的距离，可以断定船位于声信标或应答机为圆心、所确定的距离为半径的球面上某一点。两个声信标的信号可确定的位置是一个圆弧，它是由两个声信标的半球面相交而形成的。用三个声信标时，三个球面的交点就能给出唯一准确的位置。

由于声速受到温度、盐度和压力的影响，因而声学导航的精度随着导航距离的增加而减小。

以回声测深仪的方式使用声波测绘海底地图前面已经叙述过了。利用类似的技术研究海底下面的岩石和沉积物，这对于海洋学家和地震学家都是有意义的，其方法是向下发射声波，使大部分声能穿透海底，达到所需要的深度，其中一部分能量被任一个密度不同的两个层的界面反射回来，并由接收机接收。由于在岩石和沉积层中如同在水中一样，高频声波很快被吸收，所以为此目的声波必须使用十分低的频率。例如，当使用40赫的频率时，可以穿透到1.6公里；使用3.5千赫的频率时，一半能量已在海底表层的30米内或在沉积层中损失了。

对于地质学和地震学的研究，人们可用许多各不相同的设备来产生声能，这些设备能够发射尖锐和重复性的猝发能量，其中包括高能量炸药爆炸、内烷-氧混合燃烧、电火花激发、气枪和水力活塞等。最理想的装置是气枪，它以接近爆炸的方式将一个大容积的压缩空气释放到水中。压缩空气由装在船上的空气压缩机提供。由于反射回来的信号不是垂直返回船上的，所以在船后面拖曳着一串接收器，或者将接收器装入声呐浮标，然后再通过无线电发射机把反射回来的信号发射到船上。

水声应用中最鼓舞人心也是刚刚开始的应用是研究水层中密度的结构。声探测和跟踪技术有希望大量节省工时和船时，就好像用回声测深仪来代替电子测深技术一样。例如，罗德岛大学和伍兹霍尔海洋研究所共同研制了一个浮筒，浮筒可漂浮在预先设定的任意深度上，并随海流一起运动。浮筒上装有声发射器，远处的工作站通过发射器可以跟踪浮筒，利用三角学关系可在任意时间精确地测定浮筒的位置。由于在精细的洋流结构中还有许多空白点，所以这一研究已经证明它是一个很有价值的工具。利用声波还可以测量大范围洋流的速度，还可以用来研究内波[参见“波浪”]，以及用来对伴随洋流偶尔产生的大界面进行检测、跟踪和温度传感。

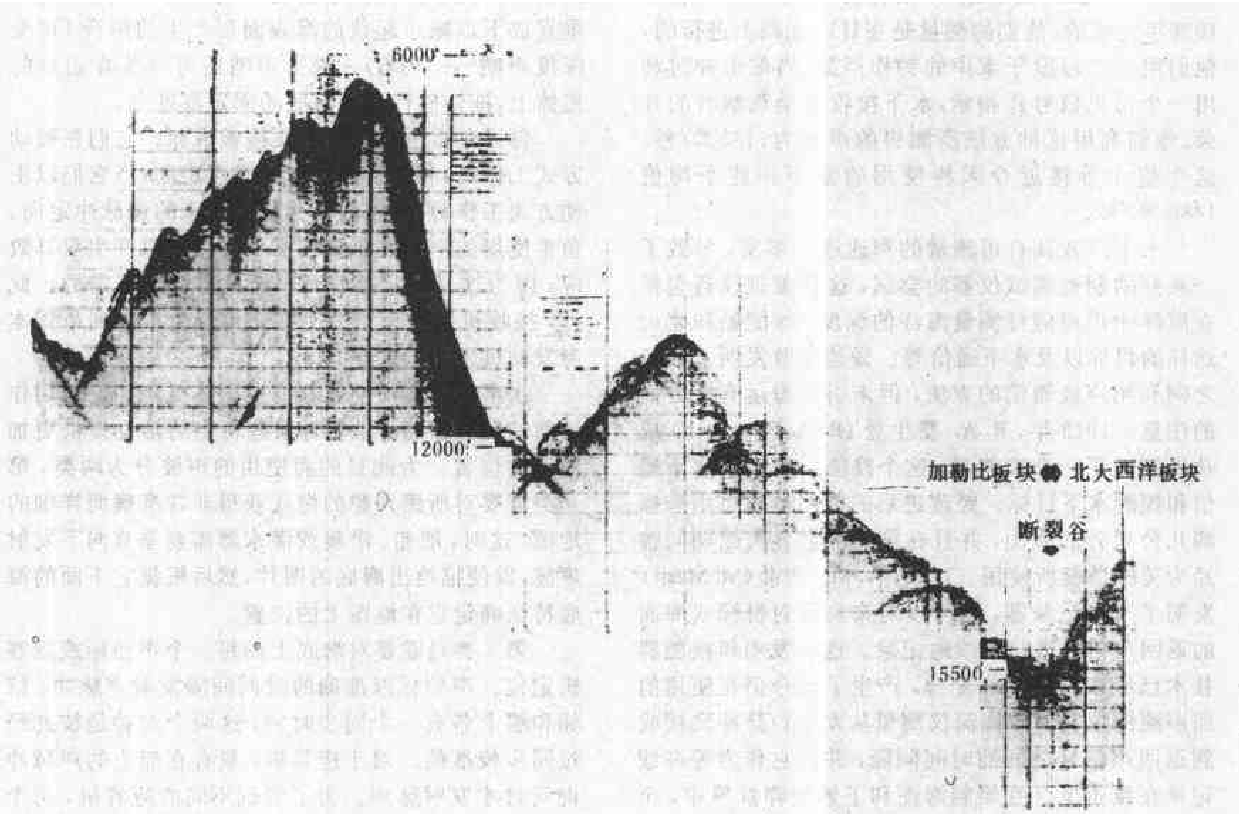


图1　水声分析法可用来绘制海底地图及海底表层特征图。本图是加勒比海中开曼狭谷的回声测深的断面组合图

水螅(HYDROIDS)

水螅目中的小动物(往往长数毫米)，这个目是刺胞门中水螅纲中最大的一个目。

螅形目包括淡水产的水螅，它是固着的、通常是呈群体的水螅体和有些小的水母体。

这些动物(如*Obelia genicalata*)的典型的生活史中，受精卵往往发育成自由游泳的有纤毛的幼体，幼体附着在基质(如一贝壳)上，发育成水螅体，在水螅体游离端具有被触手包围的口。水螅体然后产生(匍匐)茎、螅茎和其它水螅体。所有产生的水螅体都连接成一水螅或水螅群体。水螅群体的螅茎外面为一种坚硬的分泌物质——人们称为围鞘或围

皮——所覆盖，围鞘支持和保护螅茎。水螅的这种外层皮亦称水螅体（hydranths）。群体产生芽孢，芽孢释放出来成海蜇或水母。水母产精子和卵。

大多数水螅在近岸出现，附着在各种基质上，如岩石，码头，船只，贻贝，藤壶，蟹和螺以及海藻等。

参见 “腔肠动物”。

水文学（HYDROGRAPHY）

测量和描述大洋、海、湖泊、河流及与其接壤的沿岸区域的物理性质，特别是与航行有关的那些物理性质。

水龙卷（WATERSPOUT）

见“飓风”。

水交换（WATER EXCHANGE）

见“水循环”。

水听器（HYDROPHONE）

见“水声”。

水下声学（UNDERWATER ACOUSTICS）

见“水声”。

水下摄影（UNDRTWATER PHOTO-GRAPHY）

在水下使用摄影设备的技术。水下摄影可分为两类，即由潜水员携带和操作照相机的水下摄影和遥控操纵照相机的水下摄影。对于前一类，潜水员穿上某种潜水服，带着照相设备潜入水中直接拍摄；而对于后一类，通常是使用于潜水员不能到达的深度上或者只有在复杂的海面装备支持下才能到达的深度上，要求摄影者能够记录下事件的过程的情况下。此外，遥控照相机还具有能减小对多个目标的扰动的优点。但是，在浅水中摄影时，由于熟练的潜水员有一定的活动自由，因而他能准确地确定相对于目标的位置，显然，这是遥控照相机所不能做到的。

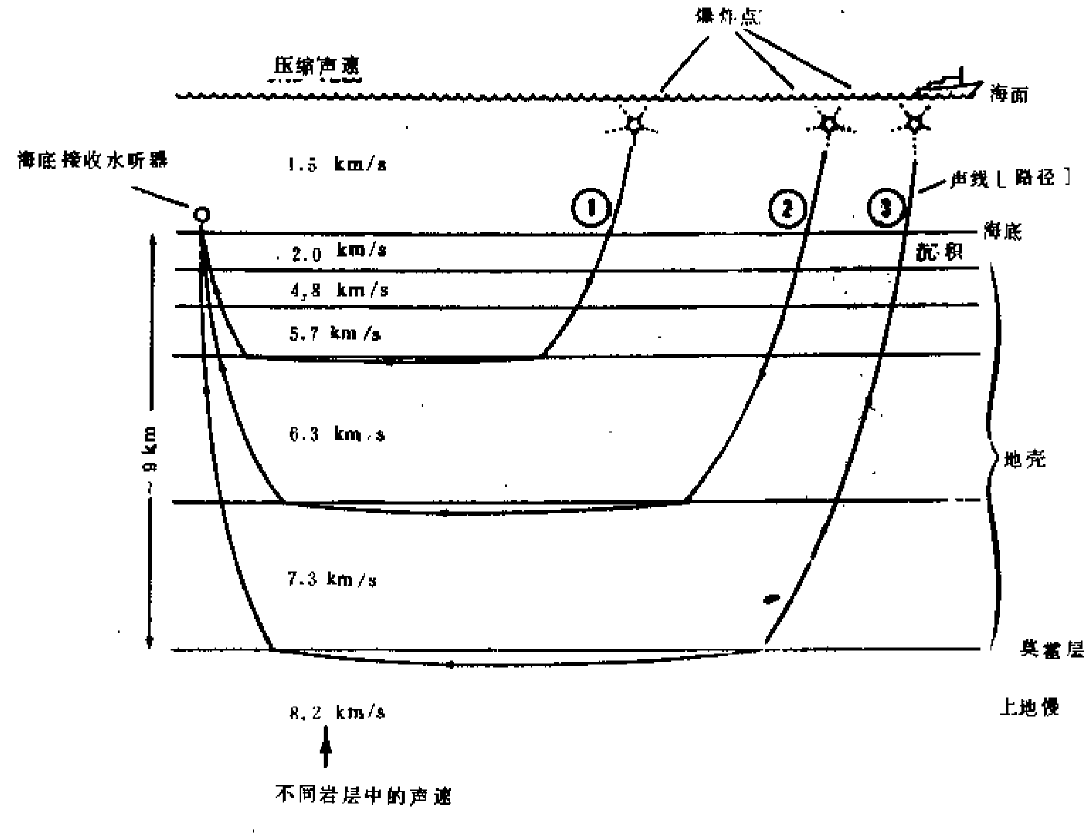


图 2 通过海底的临界折射声线示意图，它给出了海底下面不同层中的声速和路径。这种技术可用于研究海洋底质的精细结构和探测油气的储藏（伍兹霍尔海洋研究所）

在两类水下照相机工作时，各种各样的因素影响着使用效果。这些因素包括可使用的光源、水的透明度、在不同光波波长上水对光线的不同吸收、胶卷的性能以及水下照相机的构造等。正是由于这些因素影响，与陆地上摄影相比，水下摄影就更加不允

许出错。例如，在多数情况下，潜水员拍摄水下目标成功与否取决于胶卷曝光的自然光强度，有时闪光泡或电子闪光灯还常用作辅助光源。但是，由于光在水中有不同的吸收，如果要求真实的彩色平衡，那么就要求潜水员有丰富的经验和特别仔细小心。在水中，光线与色彩紧密相关，相对地讲，彩色胶卷对颜色的辨别力是十分差的。然而，在蓝色或绿色的水中，人眼却有良好的颜色辨别能力。当然，使用滤色镜会有一些帮助，特别是在浅水中更是如此。因为，在照相机镜头上安装上颜色校正的滤色镜片，它会把蓝色分裂开来以足以恢复某些颜色，而这些颜色在未经滤色镜的胶卷上是记录不到的。然而，由于水下通常亮度很低和实际上又缺少光谱中一定波长的光线（例如红色），因而使用滤色镜往往利少于弊。



图　一位海军摄影师使用电影照相机拍摄水下生物。地点在环绕巴哈马群岛中安得烈斯岛离岸边约900米的水下陡坡附近

当一个在空气中使用的照相机被装上水密包装用于水下时，为安装好的照相机选配透镜时主要取决于海水的透明度和需要的视野。由于通常照相机到目标物的距离很短，因而就需要使用广角镜头。此外，海水的折射系数与照相机外套中空气的折射系数相差很大，水下目标物被放大了，因而也需要使用广角镜头。

在深海进行水下摄影时，同时迫切需要照相机和照明设备。随着深度的增加，太阳光很快被吸收，通常在几百米的深度上就不存在了，因而辅助光源成为必不可少的设备。水密照相机和照明设备必须设计和构造成能承受住海水的静压力。此外，水下照相机还必须能通过电缆（使用声呐探测设备）或通过深潜器准确就位和便于操纵。由这一事实就提出了一系列的问题，例如，当使用钢丝铠装电缆吊下照相机时，可能会由于电缆本身的重量太大而使电缆折断，或者当照相机到达需要的深度或海底时，由于

电缆太重而使绞车操作员很难测定具体位置。

尽管进行水下摄影有许多困难，但它作为记录系统的用处却在迅速地增长。目前已使用了所有的摄影形式，诸如单张照片、运动照片、立体照片、阴影像、航程时间的运动照片等。这些不同形式的摄影技术分别用于水下沉积物、水下生物的活动、石油钻探、水下打捞及其他工作中。

参见“潜水”；“海洋仪器”；“水下光学”；“海洋学”。

水文循环(HYDROLOGIC CYCLE)

见“水循环”。

水产养殖(AQUACULTURE)

从经营的水生系统中生产食物[参见 “海水养殖”]。

水的标志法(WATER TAGGING)

在海水中掺入异种物质(示踪物)来探测表面流的一种方法。

水循环、水文循环、水交换(WATER CYCLE or HYDROLOGIC CYCLE or WATER EXCHANGE)

水循环、水文循环、水交换是指水的自然循环，在此循环中，水(生命过程的介质和氢的来源)由世界大洋到大气，然后转移至陆地再返回海洋。

在水循环中，水的供应是稳定不变的。这种供应源是由世界大洋、冰盖、冰川、湖泊、河流、土壤、生物和大气中的水所组成的。总量约为15亿立方公里，每一种供应源中的水量并不发生显著变化。

达到地球表面的太阳辐射，其一半以上为海洋所吸收。这些热量中有一部分被用于表面蒸发，其余部分则贮存于海洋的表层，或经各动力学和热力学过程而向下输送至深层。由海洋蒸发的水，加上(因太阳辐射)由陆地表面蒸发的水，包括植物在蒸腾作用中所释放出的水蒸气都进入大气中。海洋涡动作用中使海水浪花发生的分级蒸发作用，将海水中的溶解盐类也导入大气中。据估计每年由大洋进入大气的海盐颗粒有10亿吨。其中的90%左右可能又被带回大洋，因此河水中几乎全部的氯和大约一半的钠都是这种海洋-大气-陆地的转移物。

风也是由太阳能引起的，风海流在决定大气中水分的局部分布方面是重要的。暖气团携带着由海洋来的水分而随风运动，冷却时即失去其保留这些水分的能力。这些水分以降雨或雪的形式离开大气。根据高空温度和压力的梯度，经沉降返回海洋的水量将小于由海洋蒸发的量。对陆地来说正相反，据估计，每年降到地球表面的水量为3800立方公里。但超余的陆地降水量可能形成冰盖和冰川，还可能增加陆区地下水位或扩充河流和湖泊，随后通过径流返回海洋。这种径流与土壤的深度、孔隙度和紧密度有关，也与地表的基底物质、倾斜度和几何形状，以及植被的种类和密度有关。

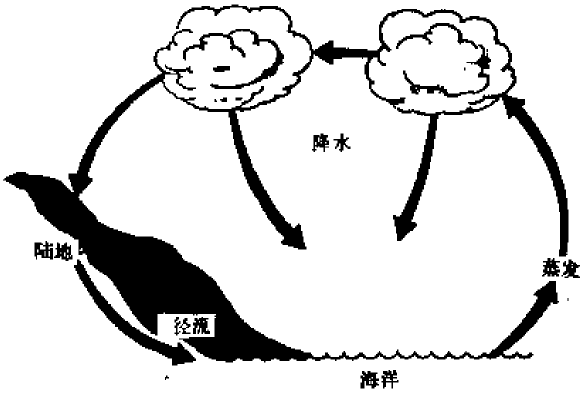


图 海洋水循环与陆地水循环间的关系，百万年以来地球上水的总量变化很小

分巴(DECIBAR)

压力的米制单位，其定义如下：

$$1分巴 = 0.1巴 = 10^5达因 \cdot 厘米^{-2}$$

每平方厘米面积上的1米海水柱高的压力近似于1分巴。因此，如果深度用米表示，压力以分巴表示，则其深度和压力的数值是很接近的[参见 “流体静压力”]。

分类学(TAXONOMY or SYSTEMATICS)

分类学的研究旨在描绘出最精确地反映生物间各种相似性和相异性的生物类别的等级系统。分类学已描述了35万种左右的植物和100万种以上的动物。

由亚里士多德和狄奥佛拉斯塔开拓，后来在18世纪得到林奈等人发展的分类学，仅不过是根据动植物的形态进行的简单归类。但在1859年，达尔文发表了《物种起源》后，自然系统才开始根据其进化关系进行分类[参见 “达尔文，C.”]。随着进一步获得的知识，各种自然系统都可望时时发生变化。

在动物和植物的分类中，种是分类的基本单位。种的表示方法是含有属名和种名的双名制。鉴定种往往是困难的，但一般说来，种可以特征化为永恒的自然种群，它同其他自然种群的相异可以分辨。一组相似的种定名为属；一组相似的属定名为科；一组科定名为目；一组目定为纲；一组纲定名为门；门是界的主要亚分类单位。过渡性的类别，如亚部、亚属、亚纲和亚科也得以鉴定。它们均为选择性的分类单位，无需在正常的类别等级系统上标明。早年，分类学学生记忆分单位顺序的一种方法是记忆“国王们在细粒沙上下象棋”(Kings play chess on fine grains of sond)，其中国王(K)代表界，下(P)代表门，以下类推。

若干问题 在现代脊椎动物中，海洋鱼类的种类是最多的，虽然最经常引用的数字是25 000种，但据估计可达15 000—40 000种。这里存在误差，因为由于描述不当或环境和地理分布的差异，一些鱼的种名有时不只命名一次。同时，在某些种的命名中，由于雌雄两性间体型或色彩的差异，雄鱼被描述成一个种，雌鱼被描述成另一个种。这种现象叫做性的二态性。还有一些鱼类，不只命名一次的原因是幼体看起来与成体不同。此外，大部分科学家都认为，并不是所有的鱼类都已得到命名，25 000种这个估计数字包括了这样的未知数。硬骨鱼的种类数多于软骨鱼类[参见 "鲨"；"虹类"]。硬骨鱼约有20000种，软骨鱼仅有600种。

在过去的多年里，许多研究者提出了对把生物仅分成两大类——营光合作用的高级有根植物和摄食食物并具运动能力的高级动物——是否恰当的问题提出质疑。关于这种两大界（植物界和动物界）分类法的限制性，在各种单细胞生物[参见 "原生动物"]的分类上，不断发生争论。其中有些这样的生物，既被植物学家宣布属于植物界，又被动物学家宣布属于动物界，因此，为了更好地代表生物世界的进化关系，更有效地进行分类，提出了界和生物的新概念[参见 "硅藻"；"腰鞭毛藻"；"海洋中的植物"]。

在分类学上，为了使种的概念更明确，人们作出了巨大的努力，不仅根据生物的孤立特征，而且在更大程度上从生物是许多相互作用的特征的产物的观点出发，分析生物。相互作用的特征，包括基本结构特征，如呼吸系统的型式和解剖学，心脏壁上的开口，附肢和躯体的关系等。

分类学家的目的是追溯生物演化的途径并发现各生物组间的遗传联系。因此，分类学不仅仅是生物学的最基础分支学科（因为未作分类前，对生物无法达到科学的探讨和研究），同时它也是包括最广泛的科学，因为在分类学的各个方面，它汇聚、归纳并应用了对生物所有的已知知识，不管这些知识是形态的、生理的、行为的还是生态的。

生物分类系统简例

病毒（Viruses）——感染媒介，其特征是繁殖完全依赖于活体细胞，自身无独立的代谢活动。

原生生物界（Kingdom Protista）——有核无核的单细胞生物。

- 裂殖植物门（*Phylum Schizophyta*）：细菌
- 蓝藻门（*Phylum Cyanophyta*）：蓝藻
- 眼虫门（*Phylum Euglenophyta*）：眼虫
- 原生动物门（*Phylum Protozoa*）：单细胞动物
  - 质走亚门
    - 三个纲：鞭毛虫纲、肉足纲、孢子纲
  - 纤毛虫亚门
    - 二个纲：纤毛虫纲、吸虫纲
- 甲藻门（*Phylum Pyrrhophyta*）：双鞭毛藻类、隐藻类
  - 二个纲：双鞭甲藻纲、隐藻纲
- 金藻门（*Phylum Chrysophyta*）：硅藻

后生植物界（Kingdom Metaphyta）——多细胞植物

- 无根植物亚界：无真根植物
  - 绿藻植物门（*Phylum Chlorophyta*）：绿藻
  - 褐藻植物门（*Phylum Phaeophyta*）：褐藻
  - 红藻植物门（*Phylum Rhodophyta*）：红藻
  - 粘菌门（*Phylum Myxomycophyta*）：包括粘菌类
    - 二个纲：粘菌纲、聚粘菌纲（Acrasiomycetes）
  - 真菌植物门（*Phylum Eumycophyta*）：真菌类
    - 四个纲：藻状菌纲、子囊菌纲、担子菌纲、半知菌纲
- 胚胎植物亚界：
  - 苔藓植物门（*Phylum Bryophyta*）：苔类和藓类植物
    - 二个纲：苔和藓
  - 维管植物门（*Phylum Tracheophyta*）：维管束植物
    - 裸蕨亚门
    - 石松亚门
    - 楔叶类植物亚门
    - 蕨类亚门
    - 三个纲：丝状植物纲、裸子植物纲、被子植物纲
      - 二个亚纲：双子叶植物亚纲、单子叶植物亚纲

后生动物界（Kingdom Metazoa）——多细胞动物

- 海绵亚界：无神经组织
  - 海绵门（*Phylum Porifera*）：海绵
    - 三个纲：钙质海绵纲、六放海绵纲、寻常海绵纲
- 真后生动物亚界
  - 刺胞动物门（*Phylum Cnidaria*）〔腔肠动物门（*Coelenterata*）〕
    - 三个纲：水螅纲、钵水母纲、珊瑚虫纲
  - 栉水母门（*Phylum Ctenophora*）
  - 扁形动物门（*Phylum Platyhelminthes*）
    - 三个纲：涡虫纲、吸虫纲、绦虫纲

纽形动物门(*Phylum Nemertea*)

袋形动物门(*Phylum Aschelminthes*)

二个纲:线虫纲、轮虫纲

外肛动物门(*Phylum Ectoprocta*)

腕足动物门(*Phylum Brachiopoda*)

环节动物门(*Phylum Annelida*)

三个纲:多毛纲、寡毛纲、蛭形纲

软体动物门(*Phylum Mollusca*)

五个纲:双神经纲、腹足纲、掘足纲、斧足纲、头足纲

节肢动物门(*Phylum Arthropoda*)

有螯亚门

三个纲:剑尾纲、海蜘蛛纲、蛛形纲

有颚动物亚门

甲壳纲

五个亚纲:鳃足亚纲、介形亚纲、桡足亚纲、蔓足亚纲、软甲亚纲

唇足纲

倍足纲

昆虫纲

二个亚纲:有翅亚纲、无翅亚纲

二个亚目:外翅亚目、内翅亚目

棘皮动物门(*Phylum Echinodermata*)

有柄亚门

海百合纲

游在亚门

四个纲:海星纲、海蛇尾纲、海胆纲、海参纲

脊索动物门(*Phylum Chordata*)

被囊动物亚门

头索动物亚门

脊椎动物亚门

无颚超纲

二个纲:介形纲、环口纲

有颚超纲

盾皮纲

软骨纲

全头亚纲

硬骨纲

辐鳍亚纲

软骨硬鳞超目

全骨超目

真骨超目

内鼻孔纲

总鳍亚纲

硬骨鱼纲

辐鳍亚纲

软骨硬鳞超目

全骨超目

真骨超目

内鼻孔亚纲

总鳍超目

肺鱼超目

两栖纲

爬行纲

鸟纲

哺乳纲

真兽亚纲

真哺乳亚纲

公海(HIGH SEAS)

见“大洋”。

公害(POLLUTION)

见“海洋污染”。

凤螺(CONCH)

是对凤螺科(Strombidae)凤螺属(*Stromb*)中大的腹足类的俗称。目前已有60多个种被确认,最有名的是西印度海凤螺(*S. gigas*)[参见 “海洋甲壳类”]。

风暴潮(STORM SURGE)

见“波浪”。

气候(CLIMATE)

多年平均的天气状态。微气候是某一小地区的平均气候,在该地区生存着某种特殊的生物种类,或者生物集群。宏观气候是大面积区域内的典型气候。

世界海洋在决定世界天气和气候中起着重要的作用。海洋,覆盖了地球表面 361×10^6 平方公里,面积比火星的表面大两倍,九倍于月球的面积。海洋是涉及到许多学科的巨大系统,诚然,在有些情况下,还是不可预料的。海洋科学是由一些独立和相关的学科构成,诸如物理、化学、生物、地质、水文气象及其他边缘学科。

海洋是一个巨大的热机,太阳每年辐射给地球的能量比目前世界每年消耗的能量大35 000倍,其中,主要部分被海洋吸收。除此之外,海洋上层的10米层的热吸收容量与整个大气吸收的一样多。

所有的大气过程和天气状况最终取决于达到地球的太阳能量。例如,在热带,地球吸收太阳能量,在极地,地球又辐散了能量。这种变化引起大气加热和冷却,从而使加热了的湿的大气流动到干燥地区,进入到高纬地区。全球性大气环流和海洋环流,在改变世界气候方面起着极其主要的作用。但是,大气环流是非稳定性的,因此各种天气变化是莫测

的。

实际上，大气环流受海－气界面上的各种作用的影响［参见 “水循环”］。简言之，从海面蒸发的水升入到大气，并且由海洋气团输送到陆地，并以雨、雪、雹、霜或露降到地面上。海水具有很大的热容量，世界海洋就像一个储热器，夏天吸收热量，冬天放出热量。这样，由于海洋和大气之间的海水和能量之间的交换，对于世界的天气和气候具有重要的影响。

气旋(CYCLONE)

见“飓风”。

乌贼(CUTTLEFISH)

乌贼属(*Sepia*)的海洋十腕类(decapada)软体动物的名称，十腕类软体动物(decapad mollusks)属于十腕目(Decapada)，且在双鳃头足类(dibranchiate cephalopods)的一个目中包括枪乌贼和乌贼。与枪乌贼相似，乌贼的特征是具有硬的内壳，八条腕和两个长的可收缩的触手和侧鳍，侧鳍能上下进行波动。

属于耳乌贼科(Sepioidea)的乌贼是夜间捕捉小虾和小鱼的食肉动物。乌贼属的一个种［即普通乌贼、商店乌贼(*Sepia officinalis*)］是非常特殊的，它们一般是体宽而短，平均长度为15厘米。乌贼只生活在东半球，白天它们生活在沿岸水域的沙土内，深度范围是从接近水层表面到100米左右。较深的深海性栖息者或有旋壳的乌贼如旋壳乌贼(*Spirula Spirula*)出现在198—1737米的深海中。

这些游泳动物与它们的名称相反并不是鱼，它们能够依靠改变它们的壳——乌贼骨(是内骨骼，由包有一层白垩层的角质物质形成的)的比重而改变它们的浮力。乌贼骨是由许多小室构成的，小室内贮有液体和气体，当乌贼需要加大它的浮力时，它们将小室内的液体脱除盐分。这使液体借渗透作用，流入盐分较大的血流中去(盐分小的溶液经一薄膜流入盐分较大的溶液内去的过程)。在这一点上，它们与枪乌贼(属 Teuthoidea 科)不同，枪乌贼在它们的体内有一羽毛状的壳称为笔或剑(gladius)。笔或剑对浮力控制所起的作用不大，因此这种枪乌贼必须剧烈地游动以保持漂浮而不下沉。正如深海区域的中层鱼一样，它们没有鱼鳔。

乌贼骨可以整个出售以供饲养笼鸟，它也可制成粉供工业上抛光用和作牙粉。乌贼的墨囊是一种天然的褐色色素，是乌贼墨颜料的来源。

爪哇海 (JAVA SEA)

位于西太平洋，北部以南海的南界(加斯帕海峡和卡里马塔海峡)、婆罗州南岸，以及在婆罗州和苏拉威西岛之间的望加锡海峡的南界为界；东部，以苏拉威西到佛罗勒斯的连线作为与佛罗勒斯海分界；南部，以巴厘海的北界、爪哇和苏门答腊为界。爪哇海总面积为43.3万平方公里，容积为2万立方公里，平均水深为46米。

爪哇海位于巽他陆架上［参见 “大陆架”］，该大陆架从泰国湾向东南伸展，直达佛罗勒斯海的边缘。该海的浅水海底，被一些水下河沟分割成若干海渠。这些河沟可能是末次冰期海平面低水位时被冲割而形成的。

爪哇海主要受季风的影响，冬季为27.5℃，夏季为29℃。表层海流，9月至翌年5月向西流，其它各月均向东流。

反气旋(ANTICYCLONE)

见“飓风”。

介形动物(OSTRACODS)

属于介形亚纲(Ostracada)的小双壳甲壳类(大部分体长在1—2毫米之间)，这些约有2000种的动物栖息在几乎全世界所有有水的环境中。在海洋中，它们出现在从近岸浅水到很深的深水处。有些能够游动，有些则沿海底爬行。有少数海洋介形动物与其它动物如等足类，鲨鱼和鲻鱼共同生活在一起［参见 “共生”］。大多数介形动物是食腐动物，有一些则是食草的，有少数则是食肉的。这些动物的化石在地质学上是有价值的(特别是在石油地质学上)，它们为海洋沉积的年代提供了重要的线索。

化学海洋学(CHEM ICAI OCEA-NOGRAPHY)

化学海洋学(也叫海洋化学)是用化学科学的原理和化学的技术，研究世界大洋中物质的性质及其化学作用的一门科学。

化学海洋学涉及到一个庞大而复杂的领域。可以说，其主要部分是与(1)海水化学，(2)海洋沉积物化学，(3)活体海洋生物的化学，以及(4)海洋界面物理化学的相互作用有关。

为了有效地进行这些研究，化学海洋学家不仅必须是一个化学家，而且还必须具有海洋的其它相关学科例如物理海洋学、地质海洋学，海洋学和生物海洋学的丰富实际知识。

海洋化学家必须阐明发生在一个巨大的反应器中的大量的化学作用。实际上它包括与由微生物到鲸类的无数生物有关的所有生物化学变化；大量复杂的有机和无机物组成的变化，以及由于大洋循环与混合作用和由于内部过程而产生的变化；海洋中存在着所有已知的天然元素，但其中大部分的含量都很小：小于水的百万分之一(ppm)［参看 “元素”］。

因此可以说，海洋学与化学知识和化学技术有关。

长喙鱼(BILLFISH)

长喙鱼这一统称的鱼名，一般指任何一种具有鹈嘴状下颌的鱼，如箕作枪鱼(Spearfishes)。长喙鱼中如旗鱼(Marlin)，箭鱼(Swordfish)，东方旗鱼(Sailfish)和旗枪鱼是世界上最为称誉的海洋游钓鱼，特别是黑枪鱼(Black marlin)和箭鱼。黑枪鱼长4.57米，体重超过680公斤，一般情况下，游钓者需用钓鱼竿和绕线筒钓捕。

长喙鱼捕食其他鱼类，如马鲛鱼、鲔、飞鱼和柔鱼。当它们追逐捕食成群鱼时，其速度可达64公里/小时。它们深入鱼群并用嘴左右打击被捕鱼类，然后在空闲的时候再食取已死或受伤的被害者。

事实上，舒的唯一敌人是游泳迅速的鲨鱼，而且主要是大的鲨鱼，如虎鲨。

谈到这类鱼的敌人，在1967年，一条被激怒了的体重90.7公斤的旗鱼把海洋研究所潜水艇"阿尔文"(Alvin)号认作了敌人。当时，"阿尔文"号在黑平原(Black plaleau)(南卡罗来纳州，查尔斯顿东南部的东面)作惯常的地质学潜水勘察。当潜水艇抵达545米深的海底时，旗鱼就有意识地拚命袭击它，并且旗鱼立即嵌入艇的结构内，引起了潜水艇轻微的漏水。这样迫使潜水者中途放弃潜水，潜艇和这条绝望挣扎的旗鱼一起返回水面。当人们对这条旗鱼进行胃检查时，发现它的胃里几乎完全是柔鱼。

长周期波(LONG—PERIOD WAVE)

见"波浪"。

长蛇齿鱼(LINGCOD)

六线鱼科(Hexagrammidae)中的硬骨鱼。长蛇齿鱼并不是真正的鳕鱼。

长蛇齿鱼(*Ophioden elongatus*)是一种凶猛的底栖鱼，栖息在流大的潮间带，珊瑚礁和(海)藻床等地方[参见 "藻类"；"珊瑚礁"]。长蛇齿成鱼出现在水深从100米到182米的美国整个太平洋沿岸。它们分布在从巴哈半岛(Baja Peninsula)到西北阿拉斯加范围之内，而且在北部较寒冷的水域内特别繁盛。

长蛇齿鱼的颜色随栖息场所而变异。但鱼体颜色基本上是在斑驳的褐色到蓝绿色范围之内变化，腹部为淡黄色。它的斑点是褐、绿或黄褐色，斑点的边缘则为桔红或浅蓝色。雌性的斑纹一般颜色较浅，带有橙色的痕迹而不是蓝色。长蛇齿鱼有一个大而突出的嘴，嘴内长有犬齿样的牙齿。在眼睛上面有两个大的肉质鳍(触须)双重鼻孔和一长的凹口较深的黑色背鳍[参见 "鳍"]。身体和头部覆盖着光滑的小鳞片。长蛇齿鱼中的雄鱼往往小于雌鱼，雄鱼长达0.9米，而雌鱼可达1.5米且平均重2.268—9.072公斤，但是重达18公斤的鱼也是常见的。

雌鱼一次产卵能达50万颗，卵产在一大团粘的、略呈紫色的白色物质中，并附着在最低的低潮线下隐蔽的多岩石地点或在藻床内。在退潮中可以见到粘在大型海藻或岩石上。受精后，雄鱼以鳍扇动卵以便在卵周围形成一富含氧的水循环。并保护它们避开侵袭者，直到孵化。主要的产卵期是从11月到翌年3月。目前关于长蛇齿鱼的早期生长情况知道得不多，但体长7.6—12.7厘米的小鱼有时可以用网在夏季大叶藻中捕到。有一些研究说明，长蛇齿鱼不能游出很大的范围。幼鱼以摄取小甲壳类为生，而成年的鱼则变为鲱鱼，川鲽，鳕鱼，柔鱼和小的长蛇齿鱼。

职业渔民用单拖网获得大部分长蛇齿鱼的渔获物。但有一些是用定置延绳钓、手钓曳和绳钓捕获的。大部分渔获物是从华盛顿州的水域中得到，其次是从俄勒冈、阿拉斯加和加利福尼亚得到的。沿整个太平洋海岸捕捞长蛇齿鱼是长年作业的，但在加利福尼亚最好是从4月到10月，再往北捕捞的最好时间是10月到翌年5月。长蛇齿鱼是一种深为赞赏的鱼，因为这种鱼可在钓鱼者的轻钓具上有一场激烈的挣扎。长蛇齿鱼是非常想向的一种精美的食用鱼，人们把它加工成去头去脏的鱼片和鱼排等出售，烟熏长蛇齿鱼是另一种在市场上出现的美味。

长鳍金枪鱼(ALBACORE)

见 "金枪鱼"。

长周期重力波(INFRAGRAVITY WAVE)

见 "波浪"。

比容 (SPECIFIC VOLUME)

单位物质质量的体积，它是密度的倒数。

通常使用的高压下海水比容的数值，是埃克曼于1908年测量的结果。埃克曼确定了海水在各种温度和静压力(到600巴)下的恒温压缩(1巴＝10^5帕斯卡＝10^5牛顿/米^2＝10^6达因/厘米^2)。

比容，以每克盐度为35×10^{-3}的海水在海平面的立方厘米表示，0℃时为0.9727；10℃时为0.9738；20℃时为0.9757；30℃时为0.9784。对于温度为25℃和盐度为35×10^{-3}的水，比容随压力变化，压力为0时，比容为0.9771厘米^3/克，压力为1000巴时，为0.9412。对于盐度为5×10^{-3}的水，在同样的压力和温度下，比容分别为0.9988和0.9599。

对于物理海洋学家，比容是个非常重要的量，因为它关系到海水的密度、氯度和电导率。同时，海水比容，在研究水团和计算地转流时，也是非常希望得到的测量值。

比热 (SPECIFIC HEAT)

比热表示物质贮存热量的能力。比热也可以定义为(做某些技术上的简化以后)这样的一个比值，

即单位质量的物质温度升高 1 度所需的热量（在特定的参考条件下）与相同质量的参考物质——通常是纯水——升高 1 度时所需热量之比。大多数海洋工作中，对于常压下的比热(C_p)，通常给出的是海水热容量的数值。盐度为 35×10^{-3}，1 个大气压下的海水，温度由 17.5℃上升 1 度所需的总热量〔以卡(路里)或焦耳表示(1 卡＝4.1868 焦耳)〕，该热量等于 3.898 焦耳/克·℃〔参见 "千分之一"〕。为了比较，在同样条件下，(1 大气压和 17.5℃)纯水的比热(C_p)为 4.182 焦耳/克·℃。可以看出，海水的热容量随盐度的增加而下降。

海水的定容比热(C_v)为海水的热容量与纯水或蒸馏水的热容量之比。但该值一般为估算值，通常是在高压条件下，当缺少纯水基本的流体动力数据和海水的压缩效应时，才采用估算值。

海水的比热，定容比热等数据，有助于认识海水分子的结构以及温度、压力、电导对其结构的影响。同时，对于计算绝热温度梯度、热收支，混合水的热量以及声在海水中的传播也是极其有用的资料。

海水的热容量比所有固体的和其他液体的热容量都大。以此可以解释海洋中的各种自然和生物现象。例如，由于海水的热容量大，所有海水温度的极限值受到限制；同时，水运动传递的热量在地域上也是很广阔的。这种现象和其他各种因素一起，对于海洋生命所有形式的营养是有重大意义的。然而，最重要的事实是，海洋是一个巨大的热机，它吸收了太阳辐射到地球上热量的主要部分。除此而外，9 米上层的海洋吸收了相当于整个大气层的热能。海洋释放到大气中的热量比陆地放出的热量多得多，而海洋自身的温度却没有大的变化。因此，海洋这个巨大的热机有效地影响着全球的气候。

巴厘海(BALI SEA)

位于西太平洋中，南边以从爪哇海东端经巴厘岛、龙目岛至松巴哇岛的连线与印度洋相隔，东部从松巴哇岛西海岸经廷加群岛向西又经康厄安群岛至爪哇海东北端的连线为界。巴厘海的面积为 11.9 万平方公里，容积为 4.9 万立方公里，平均水深为 411 米。

巴厘海海底主要有巴厘海沟，其最大深度可达 1590 米。海底沉积物主要是陆源物质、火山灰、珊瑚砂和珊瑚泥。巴厘海经巴厘海峡和龙目海峡与印度洋相通。巴厘海的水体由太平洋经班达海和佛罗勒斯海流入。

许多海洋学家并不承认有巴厘海，因为巴厘海的水体与爪哇海和佛罗勒斯海的水体并没有明显的差异。

巴伦支海(BARENTS SEA)

北冰洋的一个附属海，位于苏联东北海岸和挪威北部海岸的外面、北面被西起斯瓦尔巴群岛、东至法兰士约瑟夫地群岛的陆块与北冰洋海盆分隔开；东面被狭长的新地岛及一条向北连到格雷姆-贝尔岛的连线与喀拉海分开。巴伦支海的西面与挪威海相连，它们的分界线规定为从挪威海岸的北角起，经过熊岛到西斯匹次卑尔根岛南端的连线。与南面白海的分界线是科拉半岛上的斯维亚托伊角和卡宁半岛上卡宁角之间的连线。根据这种划分，巴伦支海的面积为 130 万平方公里，平均深度 229 米，容积为 32.2 万立方公里。

早在 12 世纪俄罗斯和斯堪的纳维亚的航海者、猎海豹和捕鱼的人们就已对北到斯匹次卑尔根岛、东至新地岛的巴伦支海水域非常熟悉了。这个海是用荷兰的一位船长 W. 巴伦支 (Williem Barents) 的姓氏命名的。W. 巴伦支既是一位猎捕海豹的渔民，也是一位航海家。1596—1597 年，他在寻找东北航线的探险时曾横渡了巴伦支海。将近 300 年以后，公元 1878—1879 年，瑞典的一位极地探险家、矿物学家、地图权威 N. A. E. 诺尔登肖尔德 (Neils Adlf Erik Nordenskjöld) 通过挪威海进入了巴伦支海。此行不仅使他成为第一个对巴伦支海进行科学考察的人，而且也是第一个沿着东北航线，即经过喀拉海、拉普帖夫海、东西伯利亚海，通过白令海峡进出太平洋的人。1893 年，挪威的极地探险者、海洋动物学家、海洋学的先驱者 F. 南森乘"弗雷姆"号船去北极探险时，曾对巴伦支海进行了更全面的科学调查。

由于巴伦支海所处的地理位置和一些特有的物理特点，因而在北冰洋的附属海中具有其它海所没有的特点。除了已圈定的大陆架外，剩下的陆架宽度还有 1200 多公里，是世界上最宽的大陆架之一。陆架的北部边界，斯瓦巴尔群岛和法兰士约瑟夫地群岛等陆块，为巴伦支海挡住了来自北冰洋的浮冰群。狭长的新地岛好像一个天然屏障，挡住了东部喀拉海几乎终年不化的海冰侵入巴伦支海。巴伦支海的西面通过毗邻的挪威海与大西洋相通。由于上述原因，作为墨西哥湾流一个分支的北角海流，携带着比较温暖（温度为 4—12℃）和比较咸（盐度超过 35ppt）的海水，从北角和熊岛之间的西面流入巴伦支海，在这里又分成若干支流，与温度和盐度都比较低的巴伦支海水混合。

种种因素的联合作用，对巴伦支海产生了非常明显的影响。巴伦支海处于北大西洋暖气旋及北冰洋冷反气旋的共同影响之下，导致了巴伦支海的气候非常不稳定，成为世界上风暴最多的海区之一，狂风经常卷起高达 3.6 米的巨浪拍击着南面的海岸。另一方面，由于巴伦支海海面上的气温较高，因而冬季它比北冰洋的其它附属海都暖和，而且降雨量也高于这一区域的平均降雨量。约占巴伦支海四分之三的北部海域，冬季一般都要结冰；而四分之一的南部海域，除去挪威和摩尔曼的狭湾沿岸冬季封冻外，其余部分全年均可通航。除巴伦支海中部和新地岛沿岸之外，即使在比较冷的年份，海上的浮冰到了夏

季也要融化。在巴伦支海的西部，在温暖的大西洋水与寒冷的北冰洋水交会处，产生一种称为“极锋”(Polar front)的边界现象。这里海水中的营养盐氮、磷等比较丰富，非常适于海洋生物的生长栖息，所以这里的动植物资源非常丰富。

流入巴伦支海的河流大多是些小河流，比较大的河流只有伯朝拉河一条。海上的许多12—15米长的小冰山都是来自新地岛和法兰士约瑟夫地群岛上的冰川，不过它们大多都在附近的海水里融化了。由于缺少搬运沉积物的河流和冰山，所以巴伦支海的海水特别清净，透明度极好。

巴伦支海的海底地形复杂而不规则，大部分海区的海底从东向西都有一个和缓的斜坡，深度变化范围为100—350米，靠近与挪威海的分界线附近，深度达到600米。从局部来看，海底呈起伏状，既有平缓的隆起，也有较深的海盆，这种多变的海底地形使得水团分布和沉积类型也变得比较复杂。

巴伦支海的最大潮差：北角为4米；白海的戈尔洛海峡(Gorlo Strait)为7米；斯匹次卑尔根为1.5米；新地岛附近只有0.8米。

巴西海流(BRAZIL CURRENT)

由向西的南赤道暖流的一部分扩展而成。它沿巴西海岸南下，在南纬35°左右与北向的福克兰海流相遇，两者汇合共同向东成为南大西洋海流。

巴西海流是一支较弱的海流，其流速约为2节左右，并且是厚度仅为200米左右的浅表层流。由于它穿过赤道附近大西洋的路程很长，所以，蒸发强烈，因而盐度较高(盐度达36—37×10^{-3})。

双壳纲(BIVALVIA)

软体动物门中的一大类，其中包括蛤、牡蛎和其他双壳类动物〔参见 “软体动物”；“牡蛎”〕。

双壳类(BIVALVE)

软的身体被包在两部分钙质外壳中的一些动物的俗称。这类动物有软体动物、甲壳纲动物(介形类甲壳动物)和腕足动物〔参见 “牡蛎”；“蛤”；“软体动物”〕。



图 巴西海流。这是阿根廷沿岸和附近水域的卫星红外照片。巴西海流的暖水(暗色)向南侵入到向北运动的福克兰海流的冷水(亮色)。

5 画

主波(KING WAVE)

一种罕见的波，可以急剧增长到 9—12 米高，爬过峭壁，席卷海上的渔民和海边的旅游者。南美和澳大利亚很多石头海滨地区，均设有标志，以警告人们注意主波的危险。但有些人无视警告，因此每年造成很多人丧生。

主波产生于很独特的条件，如深水到浅水的过渡区，石头边沿以及大浪以小角度靠近海岸——通常为 20°或者更小些。

以接近于正入射（90°—75°）的角度冲向石质海岸的波浪和大浪，反射回大海的角度一般地垂直于海岸线。以 20°—75°角进入海岸的波，并不向相反方向反射，而是以与入射角相同的角度反射，只是反射的方向在海岸法线的另一边而已。另一方面，以 20°或更小角度进入海岸的波和大浪则没有反射，而是携带波浪的水顺着海岸流动，其速度不断增加，水而高度也不断增长，同时，还有足够新的水增添到该系统中。这就构成了产生主波的条件。数个主波可以连续到达，或以数个周期相隔开的孤立波形式到达。

在主波产生的区域中，特别要注意高出海面达 12 米以上的危险波。危险波形成时，通常伴随着咝咝的噪声。当波浪的速度和波高增长时，咝咝声则由低沉的隆隆声代替，这种隆隆声是海滨大小石头滚动的声音。主波的危险性在于它增长得很快，冲击的强度极大。

立波(STANDING WAVE)

见“波浪”。

头足类(CEPHALOPOD)

一类全是海洋软体动物的俗称。头足类（头足纲）约有 650 种，大小形状和结构变化很大。它们和其他贝类差别很大。这些动物的一些成员有章鱼、柔鱼和鹦鹉螺属。

参见 “软体动物”。

半日潮(SEMIDIURNAL TIDE)

见 “潮汐”。

平流雾(ADVECTION FOG)

见 “雾”。

平顶海山(GUYOT)

一种顶部平坦的海山，其顶部至少在海面以下 183 米处。这种地貌特征首先是由 H.H. 赫斯(Harry. H. Hess) 在 1946 年提出来的，那时是在第二次世界大战期间，他作为一名海军军官在太平洋服役中发现的。赫斯为了纪念 A. 盖约特 (A. Guyot)，就以他的名字命名这种截顶海山。盖约特是 19 世纪瑞士的地质学家，他曾在普林斯顿大学工作了 30 年(1854—1884)。

除了北冰洋外，盖约特对其余所有海洋都考察过。有证据证明，平顶海山这种地貌特征是火山岛的遗迹，其顶部由于波浪作用被侵蚀到了海平面的高度。随后，由于海底和海山内部的构造的调整的综合作用，以及伴随着最后一次冰期（11000—8000 年前）而来的海面的上升，因而使海山下沉到了水面以下。对平顶海山的顶部取样发现有玄武岩碎石和礁石残留物，这可能是从前的岛屿在其顶部被侵蚀造成的。这种海山的顶部并不是真正平坦的，而是有一个向上的缓坡直到中央部分的低峰处。

根据定义，所有的平顶海山至少在海面下 183 米处，也发现有些海山在海面下的深度可达 2500 米，但大部分深度在 1000 米至 2000 米之间。在世界海洋中，大约有 160 个平顶海山是经过鉴定的。

本格拉海流(BENGUELA CURRENT)

沿非洲西海岸向北流的一股海流，大约在南纬 15°和 35°之间是可辨别的。本格拉海流的流速比厄加勒斯海流的流速低。厄加勒斯海流每年在一定时间内绕过好望角，把它的暖水输送给冷的本格拉海流。本格拉海流的名称只是对距海岸 160 公里以内的上升流的很窄区域而言的，而其主要水体向北，然后向西，称作东南信风漂流。本格拉海流的温度范围，从好望角附近的 15℃到弗里亚角纬度的 22℃。本格拉海流的流速超过 25 厘米/秒。

由携带丰富营养物质的冷水，上升到海面而构成的本格拉海流，滋养了海洋生物，从而发展了渔业生产。然而，如果由于某种原因，在一个延续时间内维持上升流条件的力（如风向和风速）受阻，那么就使供给大陆架浅海区域的氧气减少，氧气的枯竭导致了海底沉积物中细菌作用的激增。在本格拉海流的北部，这些硫化还原的细菌产生了大量的硫化氢（H_2S），致使鱼类死亡，放出的氢硫化物的恶臭，在 65 公里以外的大陆和岛屿都能嗅到。

艾斯林，C. O.（ISELIN，COLUMBUS O' DONNELL 1904—1973）

哥伦布·奥唐奈·艾斯林是一位美国海洋学家，于1904年9月25日出生于纽约州的新罗歇尔，毕业于哈佛大学（1926年获学士学位，1928年获硕士学位）。他原来主攻数学。后来，他遇见了动物学和海洋学教授H. 比奇洛。在比奇洛的影响下，艾斯林开始热爱海洋。他决心毕生从事研究海洋的工作。

1929年，艾斯林接受了哈佛大学比较动物学博物馆海洋学助理馆长的职位。这个职位他曾保持了19年。当伍兹霍尔海洋研究所于1930年创建时，艾斯林接受了这个研究所的所长比奇洛的任命担任了该研究所第一艘研究船"阿特兰蒂斯"号的船长。"阿特兰蒂斯"号是特别建造并由私人机构经管的美国第一艘完全从事海洋学研究的船只。

在后来的十年当中，艾斯林和"阿特兰蒂斯"号多次横跨大西洋，在大洋深度、水温和底样方面收集了许多有价值的资料。虽然艾斯林自己的研究领域和发表的论文几乎全部与北大西洋和湾流系统的西半部有关，但是他却是最早指出大气和海洋一起构成一台由太阳驱动的巨大而复杂的热机的学者之一。

在1940—1950年和1956—1958年期间，艾斯林任伍兹霍尔海洋研究所所长。这两个时期之间，他在伍兹霍尔海洋研究所任高级物理海洋学家并在哈佛大学和马萨诸塞理工学院兼任其它一些职务。

由于他在海洋学中杰出的贡献和在美国主要海洋研究所之一——伍兹霍尔海洋研究所的发展中发挥的重要作用，使他受到了很多荣誉。艾斯林被公认为是对现代海洋学有很大影响的人物之一。

艾萨克斯，J. D. III（ISAACS，JOHN DOVE，III 1913— ）

约翰·达夫·艾萨克斯是一位美国工程师和海洋学家。他在海洋研究的许多领域，例如在纹泥沉积物，盐地植物，海洋食物链，深散射层，海洋仪器，海底摄影，气候学，波浪动力能，波浪消散，港工，沙输运，高压效应等方面都作出了许多重要的贡献。近年来，他又在测定某些远洋种群生长与死亡率的新方法，通过沉积作用记录研究揭示史前的海洋学、生物学和化学的事件，许多新仪器装置、特别是采集器的研制，深海系留的无人仪器观测台站，波浪发电机，以及漂浮防波堤系统等方面取得了重要的研究成果。

艾萨克斯1913年3月28日出生在华盛顿州的斯波坎。1944年，他在伯克利的加利福尼亚大学获得理学学士学位。从1944至1948年（此处原文为至1958年可能有误。——译者注），他在加利福尼亚大学当一名研究工程师。1948年他在斯克里普斯海洋研究所被任命为海洋学副研究员，1955年被委任为海洋学副教授。1961年升为正教授。在斯克里普斯海洋研究所，他还担任过所长助理（1948—1958），海洋生命研究组组长（1958—1974），海洋资源研究组代理组长（1961—1962），并在1971年开始任组长。另外，他还担任过斯克里普斯海洋研究所海洋学部的代理主席（1966—1967）。

世界七大洋（SEVEN SEAS）

见"大洋"。

石鲑（ROCK COD）

见"石斑鱼"。

石鳖（多板类）（CHITON）

双神经纲，多板目海洋软体动物中约600种现存种类的俗称[参见"软体动物"]。这些动物主要栖息在海洋中的沿岸浅水水域，它们是高度特殊化的且适应生活在硬的不平坦的基质上，石鳖出现在所有不冰冻的岩石海岸上。但其中有二、三种是属深海的[参见"可栖息的区域"]。

大多数种的体长变化范围为2.5—7.5厘米且和伸长的笠贝类似。身体是圆椎形的，侧面有壳，壳是由8片钙质的分节板组成的，分节板在后部相重叠，这样使这种动物能卷曲成球状[参见"帽贝或笠贝"]。

它们的食物包含有藻类和微生物，有些石鳖自身被人类视为可食用的。

石斑鱼（GROUPER）

石斑鱼常称作银牙鲺，尖吻鲈，美洲狼鲈，短棘鳂，或鲑点石斑鱼。

约有400种属鮨科（Serranidae）鱼的名称，大部分外貌相似——大嘴，坚硬的、朝后倒的牙齿和笨重的身体。

鮨科中有几种是雌雄同体的（即个体具有雌和雄两性的生殖器官）。这些鱼中虽然有少数栖息在温带水域和淡水水域中，但主要还是栖息在热带海洋中。

鮨科鱼，大小不一，从长约2.5厘米的成鱼到3.6米长的印度-太平洋宽矛石斑鱼（*Epinephelus lanceolatus*）。这些鱼大多数很相似，有两个背鳍，前棘鳍和后棘鳍有软的鳍条。石斑鱼的颜色花样随环境变迁而变色。

呆石斑鱼（*Epinephelus morio*）在美国水域内是繁盛的且在商业上是重要的鮨科鱼。这种栖息在靠近海底的鱼，因它的边缘平直的背鳍膜而容易识别，在其它鱼类中，膜在棘之间是有凹口的。这种鱼只出现在热带和亚热带的西部大西洋从哈特勒斯角到巴西；在墨西哥湾内出现数量较少的鮨科鱼有雪石斑鱼（*Epinephelus niveatus*），黑石斑鱼（*E. nigritus*），上升石

斑鱼（*E. adscensionis*），德氏石斑鱼（*E. drummondhayi*），点滴石斑鱼（*E. guttatus*），毒石斑鱼（*Mycteroperca venenosa*），紫红石斑鱼（*M. phenax*），小鳞石斑鱼（*M. microlepis*），裂缝石斑鱼（*M. interstitialis*）和博氏石斑鱼（*M. bonaci*）

鮨科鱼和笛鲷鱼相似，它们大多数喜观由珊瑚顶端和露出水面的岩石组成的起伏不平但轮廓明显的硬海底。佛罗里达西海岸的呆石斑鱼常常占有石灰石礁脉形成的［参见 “珊瑚礁”］缝隙、暗礁和洞穴。有一些如在地中海中和大西洋暖水区域普遍有的多锯鲷（*Polyprion americanus*）栖息在沉船中或船的周围。

银牙鲅这个鱼名常指几种鱼，但事实上是属于一个种，即伊塔加尔石斑鱼（*Epinephelus itajara*），这种鱼长达 2 米，体重 274 公斤。给这种鱼之所以取这个名称是由于它有特别显明的鳍和鳞。因此，根据利未族的法律认为，这种鱼是清凉的可食用的。

布拉德，E. C.（BULLARD，SIR EDWARD CRISP 1907— ）

爱德华·克里斯普·布拉德爵士是英国的一位地球物理学家。他在理论和实验地球物理学的发展方面作出了重要贡献。布拉德主要致力于研究地球磁场的起源问题。然而他在海上地震活动、陆地和海洋中的热流研究方面也作出了显著贡献，并且他的研究还扩展到板块构造和大陆漂移等领域。

布拉德是英国一位酿酒商人的儿子。他于 1907 年 9 月 21 日出生在英格兰的诺里奇。他曾在剑桥大学就学，并于 1929 年取得学士学位。1932 年因为慢电子散射和重力测量方面的研究工作，获得了博士学位。他在剑桥大学一直逗留到 1939 年第二次世界大战爆发。二次大战期间，他从事船舶防磁性水雷和作业分析方面的研究工作。战后他又回到剑桥大学。1948—1949 年，他担任多伦多大学的物理学教授。后来当了 6 年英格兰国家物理实验研究室主任。此后，他又返回剑桥大学，在那里任地球物理学教授并于 1964 年担任系主任。1963 年，布拉德兼任圣迭戈加利福尼亚大学地球物理学教授。布拉德于 1931 年与玛格丽特·埃伦结婚，于 1975 年和厄休拉·马杰里·柯诺结婚。他的第一个妻子生了四个女儿。

布拉德在地磁学方面的工作受到了 J. 拉莫尔爵士 1919 年作的一个猜想的影响。那项猜想认为，太阳的磁场可能是由于太阳里担当发动机作用的物质运动而引起的。布拉德认为，地球磁场的变化可能受地球导电核的运动所影响；通过利用一台早期的计算机，布拉德表明，这个过程的确是这样的。今天，这种地球磁场及其由于担当发动机作用的地核引起的变化的设想已被大多数科学家所接受。

龙虾（LOBSTER）

几种底栖的十足类、甲壳类（decapod crustacean）动物的统称，是龙螯虾科（Homaridae）的成员，大部分具有食用价值。

龙螯虾科的龙虾普通称为龙螯虾或有螯的龙虾。最大的是美洲巨螯虾属，出现在缅因州和诺瓦斯科夏周围的浅水域内。很多样品重达 18 公斤，长达 1 米。在美国已采取各种保护措施以保护雌龙虾，并限制了可捕龙虾的大小。但是，捕捞过度、水域污染和其它因素威胁着继续作为商品存在的并作为世界上最为称誉的海味品的这种特殊甲壳类动物，为此美国对龙虾企图进行海水养殖。欧洲龙螯虾或普通龙虾（*Homarus vulgaris*），出现在欧洲大西洋多岩石的沿岸，如挪威龙虾（*Nephrops norvegicus*）和南非角龙虾（*Homarus capensis*），它们比美国的品种小。

在龙虾生长时，它们的壳（外骨骼）必须定期脱掉或蜕壳。每次蜕壳后，龙虾增加了长度（从眼窝的后部到身体的后端，沿着和身体的中心平行的一条线测量）。在身体增长的同时，龙虾又开始形成新的外壳。大约在第四次脱（壳）时产生底栖的习性。龙虾经多次蜕壳后才进行生殖。交配前，雌龙虾放射出一种物质［信息素（Pheromone）］刺激有性生殖。交配后，受精卵储存在袋内并带在身上，经 2—12 个月后，卵被排出附着在雌龙虾尾部下面的桡肢或腹足上。然后，卵孵化成漂浮的幼体，这一期间大约需要一年的时间。一个雌体一次可产 2—6 万个幼体［参见 “幼体”］。幼体期又分好多期，并持续不同的时日。

象大多数较大的海洋甲壳类一样，龙虾很少离开海底。但龙虾善于游泳，一旦受到振动，它将应用它那肌肉发达的尾向后倒退。龙虾以摄食活鱼和软体动物为生，虽然它是食腐肉的动物［参见 “软体动物”］。龙虾可把所捕食物用前螯弄碎。

真正的龙虾特别以它具有坚强而生长得很好的螯或爪显示出它的特征。真龙虾，或刺龙虾（真龙虾属）不同于真正的龙虾，其主要区别在于前足上缺少或只有生长得并不很强的螯。真龙虾出现在加利福尼亚、佛罗里达和南欧等地的南方水域内。美国的种属于龙虾属（*Panulirus*），而欧洲的则属真龙虾属（*Palinurus*）。

河虾或螯虾（*Astacus* 和 *Cambarus*）包括许多分布很广的淡水品种。通常，这些品种在食物链中都是重要的。在美国路易斯安那州的红沼泽螯虾是一种真正的美味食品并已成为欧洲人普遍嗜好。河虾是唯一保持它的特点的甲壳类动物，从 1976 年开始，在美国已大量进行商业性繁殖。

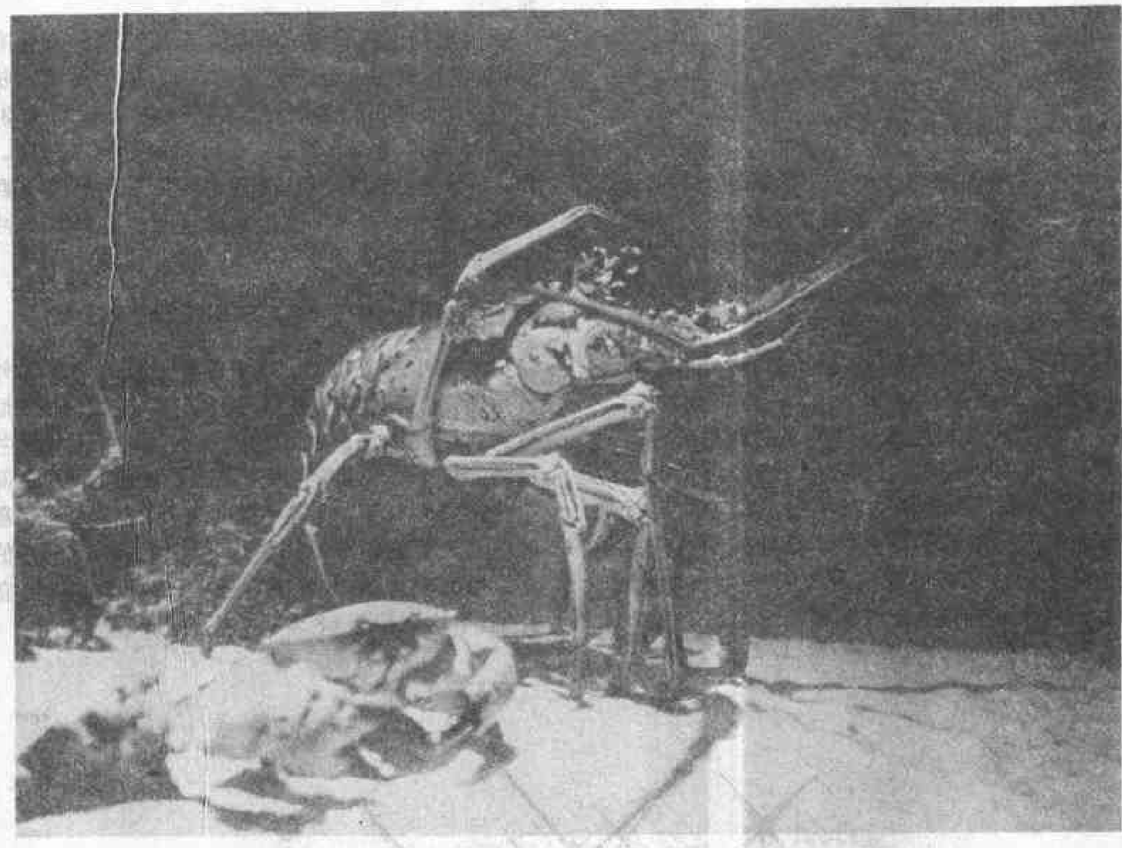


图1 真龙虾、刺龙虾由一隆背蜇蟹作横越海底的沙漠旅行

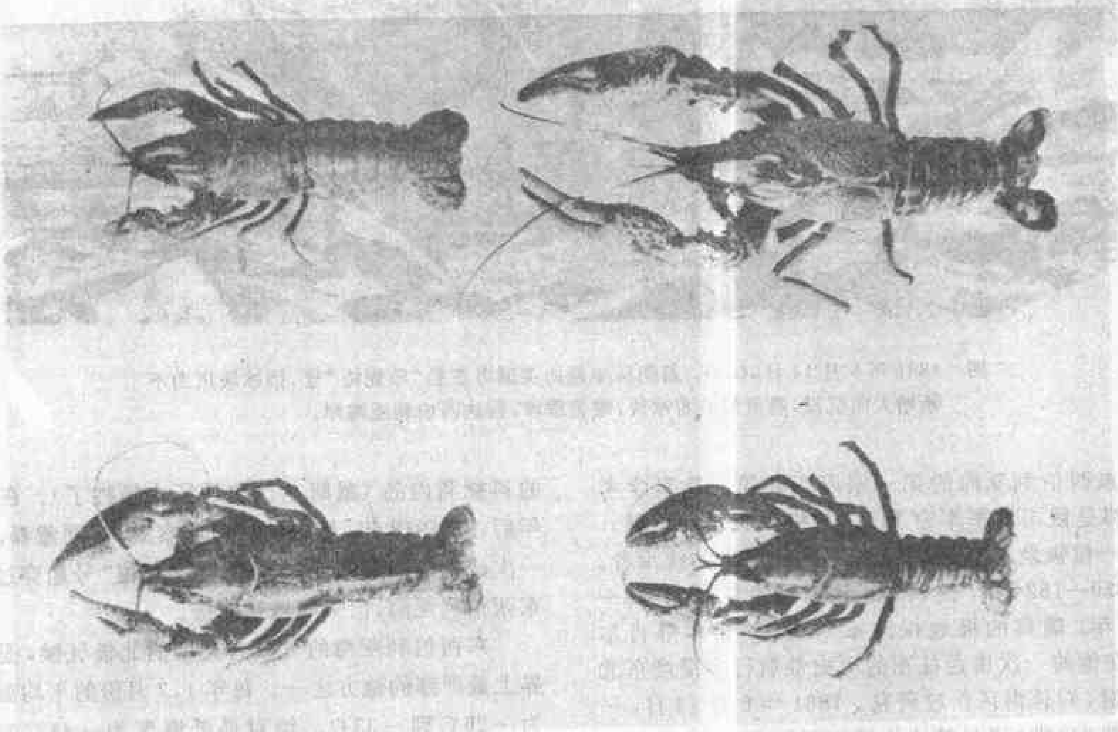


图2 真正的龙虾不同于真龙虾和刺龙虾，其区别在于它有两个大而坚硬的前足大螯，往往其中一个大于另一个。龙虾是底栖生物，但它善于游泳并能用它那强壮的尾部进行倒退游泳

龙卷风(TORNADO)

见"海啸"。

东海(EAST CHINA SEA)

西太平洋的边缘海。位于中国的东海岸，北邻黄海，东北与日本海相通，东面是琉球群岛，南面与南海相连。东海和南海的分界线是从台湾省北端的富贵角经牛山岛，到海坛岛的南端，再向西沿着平行于北纬25°24'的直线到中国的福建海岸。东海的面积75.2万平方公里，容积26.3万立方公里，平均深度349米，最深处达2717米。

除了一个从九州沿着琉球群岛的西边到台湾的海槽外，东海主要位于大陆架上。槽形坡南面的最深处达2717米。海槽里的沉积物是附近陆地而来的泥浆和有孔虫软泥的混合物。大陆架的沉积物是由像长江和闽江那样的大河带入的沙、泥和泥浆组成。由于强大的海流，台湾海峡高出的礁石露出水面。

由于受东面群岛的影响，东海的潮差变化有些复杂，但其范围从台湾周围的5米，到上海西南杭州湾的11米之间。黑潮暖流的一小分支以每天33—74公里的速度向北流去，在台湾附近流入东海。此外，东海海水的运动是受夏季西南季风和冬季西北季风的影响。夏季，这个地区还常受菲律宾海冲过来的台风的侵袭。

东西伯利亚海(EAST SIBERIAN SEA)

北冰洋的一个海，位于苏联最东北海岸以外。其范围，北部从符兰格尔岛最北端，经德隆、本尼特岛到科捷利内岛最北端的连线为界；东面从符兰格尔岛，经布卢苏姆角，到大陆的亚坎角为界；西部与拉普帖夫海相邻，或从科捷利内，经小、大利亚霍夫诸岛到大陆的斯维亚托伊角的连线为界。东西伯利亚海总面积为90.1万平方公里，容积为5.3万立方公里，平均水深为58米。

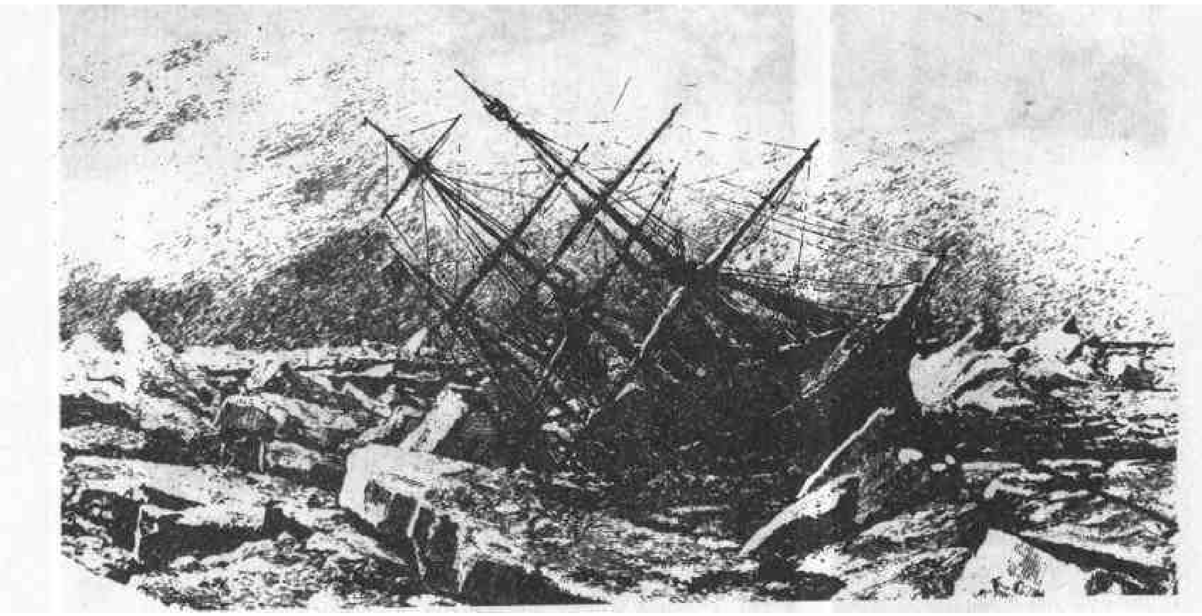


图 1881年6月14日，G.W.戴朗所率领的美国考察船"珍妮特"号，因冰块压力不断增大而沉没，船员们踏着冰块，艰苦跋涉，到达西伯利亚海岸。

东西伯利亚海的第一幅海图和第一次科学考察，都是俄国海军军官F.Y.兰格尔所做的贡献。他是一位极地考察家，后又成为阿拉斯加的统治者。在1820—1824年，他领导了该海区的考察，1878—1879年，瑞典的极地探险家N.A.E.诺尔登肖尔德，在他的一次由西往东的历史性航行中横渡东北航道时，对该海区作过研究。1881年6月14日，三桅帆船"珍妮特"号被冰块挤碎而沉没后，全部船员在美国海军军官、极地考察家G.W.戴朗的率领下，经过艰苦跋涉，到达本尼特岛，并在未开始往西伯利亚海岸的远征之前，就到达东西伯利亚海边缘的科捷利内岛（戴朗在这次远征中牺牲了）。在37年后，于1918年，挪威的极地考察家R.阿蒙森，在一次成功的横渡东北航道中，乘"莫德"号船穿过了东西伯利亚海，但未能抵达北极。

东西伯利亚海的气候为典型的北极气候，是世界上最严寒的地方之一。每年1，2月份的平均温度为－26℃到－33℃，绝对最低温度为－48℃到－50℃。7月的平均温度，西伯利亚沿岸为3—7℃，北部的开阔海区为0—2℃。8月在各大河口外的水温可达6—7℃，但在冰缘线附近，水温降为1—2℃。一年中的大部分时间，东西伯利亚海都被冰覆盖着，

甚至夏季有时在沿岸近海，仍存在着浮冰块。

与西面的拉普帖夫海相类似，由于较温暖而又多沙的径流入海，再加之海冰的成筏和碾磨作用，对东西伯利亚海的岸线和近岸地貌特征有着深远的影响。入海的两条最大河流是科雷马河和印迪吉尔卡河，每年带入沿岸浅水区的沉积物分别为 8.3 百万吨和 16.7 百万 (16.7×10^6) 吨。由于温暖的河水阻碍着沿岸浅水区沉积物的结冰，致使海岸每年被侵蚀 1.5 米。这些海岸侵蚀的沉积物和河流入海的沉积物一起堆积在近岸浅水区，就形成一些沙洲和浅滩。

由于冰情严重，东西伯利亚海的植物和动物较为贫乏。但沿岸海区仍可见到白鲑、茴鱼、北极红点鲑、极地鲽和类似的鱼。哺乳动物有海象、海豹和极地熊，鸟类有鸬鹚、海鸥和海鸠 (murres and guillemots)。

东格陵兰海流 (EAST GREENLAN CURRENT)

从北冰洋流出的主要海流，通过格陵兰和冰岛之间的戴维斯海峡向南流，一部分汇入伊尔明格海流，形成北大西洋海流的东向流；其余部分绕过格陵兰南端向北沿西岸成为西格陵兰海流［参见 “海流”］。东格陵兰海流表面层的流速为 0.5 节。

东澳大利亚海流 (EAST AUSTRALIAN CURRENT)

一支比较窄 (100—200 公里) 流速大 (30—50 厘米/秒) 的暖流 (15—25℃)。它形成于珊瑚海中的大堡礁和切斯特菲尔德礁之间。携带大约 30×10^6米^3/秒 的赤道水，沿澳大利亚东海岸南行。从 1 月至 3 月，水由南赤道流供给，因为此时，南赤道流由北部和东北部流入珊瑚海，在一年的其他月份里，则由从东方流来的副热带水供给。

东澳大利亚海流一旦通过澳大利亚南端，就开始展宽，并且中断而成为涡旋。大量水体转弯流向东，通过塔斯曼海进入新设得兰北部。它不加入东向绕极流，而是自成体系［参见 “海流”］。

甲壳类 (CRUSTACEANS)

节肢动物 (arthropods) 大纲中的成员 (节肢动物门，有颚亚门)。

甲壳类一般具有分节的身体，外骨骼 (通常是几丁质的外壳)、有关节的足和颚以及两对触角。本类有 26 000 种，隶属于几个亚纲和目，其中，称为高等甲壳类的软甲亚纲包含了最多的种类，如人们所熟知的虾类、蟹类。

甲壳类 (Crustacea) 在字意上可译为具有面包皮状的壳。几种普通的海洋甲壳类的例子是：龙虾、藤壶、小虾和蟹。甲壳类与其他近亲的动物如昆虫的不同在于它们有两对触须。头部有 6 个接合起来的环节，在头部后面的身体前几节合称为胸或头胸。身体后部几节比前几节更显著，它们构成腹部。几乎所有甲壳类是两性的——雄性与雌性。蔓足动物 (Cirripedia) 往往是两性同体的，但藤壶或蔓足亚纲动物具有雌雄两性的生殖器官，因此它们总是雌雄同体的。

甲壳类的生长是在它们的外壳定期蜕化或脱落时发生的。蜕化是出现在不同的时间间隔之内，有些甲壳类从孵化后 2 小时到成年的蟹需经数周。这种周期是由抑制脱化的激素和蜕化激素控制的。抑制蜕化激素是在眼柄的器官内，蜕化激素则在眼柄附近的腺体内。

有些成年的甲壳类的构造不同于那些较典型的类型，例如藤壶永久附着在固体物体如岩石上，分泌几片石灰质的壳，用两似的附肢横扫水体来收集食物。蟹奴属 (*Sacculina*) 是一种蟹身上的寄生虫，在它成熟期犹如霉菌的菌丝。

寄居虾 (hermit crab) 有软的腹部，不像在身体前部上的钙化几丁质这样坚硬和有保护作用。它们寻找空的海螺壳并退入壳内，使它们腹部与海螺所占用的体积相配。当寄居蟹长大时，它就为更大的栖息处而四处奔走。在找到一个认为可能是合适的贝壳时，它就用触须去探查这个壳，假如认为满意它就把腹部从旧有的壳内拉出，并迅速退入新的壳中。

在数量最大的海洋动物中，有一群名为桡足类的甲壳动物。它们大量摄食海藻和原生动物而它们则为鱼类和鲸所食用，形成食物生物链中重要一环。从最小的到最大的捕食者，它们的尺寸虽小，但在世界海洋中数量却巨大。

在海中甲壳类生活在几乎所有水层中，大小变异从微小的 (0.25 厘米长) 的桡足类到其足跨距为 $3\frac{1}{3}$ 米的蟹。

很多甲壳类是滤食性动物，从海水中筛滤浮游生物和碎屑，其它则是肉食性的，还有的则将硅藻或微小的海洋植物转变为较大动物的食物。

北海 (NORTH SEA)

大西洋东部的一个海湾，西面部分地以英格兰、苏格兰为界，东面与挪威、丹麦、联邦德国、荷兰、比利时和法国相邻，南部从法国海岸的沃尔德灯塔，越过多佛尔海峡到英国海岸的皮衣角的连线为界；北部从苏格兰的邓尼特角，经奥克尼和设得兰群岛，然后沿西经 0°53′ 经线到北纬 61°，再沿北纬 61°纬线往东到挪威海岸的连线为界。北海南部经多佛尔海峡与大西洋相通；北部，经苏格兰与挪威间的缺口，与大西洋及挪威海相接；东部，经挪威、瑞典、丹麦之间的斯卡格拉克海峡和卡特加特海峡，与波罗的海相通。北海，长约 965 公里，北部宽为 580 公里。总面积为 60 万平方公里，平均水深为 91 米，容积为 15.5 万立方公里。该海区内几个岛屿共占面积为

6473 平方公里(原文为立方公里,有误。——译者注)。

北海被认为是陆缘海,即它的整个构造海盆都在大陆(适与大洋性的相反)地壳上。该海盆,在某种程度上,是一个地槽(长条沉积矿床的位置),从前至少有两次折皱成山脉。每一次,这些山脉都被冲刷走,只留下英格兰与大陆之间的浅盆。大约在 2.3 亿年前,北海周围的陆地都是沙漠,由于蒸发量大,从北方流入的水有限,形成了巨大的蒸发岩沉积。现在,在北海海底和德国、丹麦发现的盐丘和构造,就是这些蒸发岩的代表。北海海底构造形成的历史,与北海及其邻近国家现正在开发的广阔油田有直接的联系。

当然,北海的海底都属陆架。该海的南半部是水深为 40 米的海台。海底逐渐向北倾斜,到设得兰群岛以西陆架边缘,水深达 183 米左右。绕过挪威南端到陆架边缘以外,为一罕见的海峡(挪威海峡),其深度约为 600 米。一些海洋学家认为该海谷是大陆冰川冲刷形成的[参见 "海底峡谷"]。还有其它末次冰期(11 000—8000 年前)的残迹,那就是海平面低水位和冰川冰碛时遗留下来的河谷状的切割(所谓冰川冰碛,就是当冰川融化时,沉积物在冰川前沿进行堆积)。英国和丹麦之间的多格尔沙洲就是一个例子,其水深仅 13 米。海底沉积物主要为冰川砾石、沙和粉沙。其中粉沙到处都有,这是由于受流和浪的作用,重新被搬运的缘故。

北海的水环流,同时受北来的大西洋水和东来的波罗的海水的影响,而从南部多佛尔海峡流入的水则非常少。大部分海水来自北大西洋海流,沿奥克尼和设得兰群岛近岸南流。到南部后转为反时针方向,并沿挪威海岸流出,成为波罗的海海流。表层水温,2 月为 2—7℃,8 月为 11—17℃。盐度随地区、季节而不同,约在 31—35.25 $\times 10^{-3}$ 之间。由于大陆江河(莱茵河、易北河、威悉河、埃姆斯河和斯海尔德河)流入大量淡水,在挪威、丹麦、荷兰和德国等沿岸水域,即使冬季不太冷,也都结冰。而西部,由于入海淡水较少,并受北大西洋海流的影响,即使是严冬也无冰。

北海的潮汐较为复杂,因为较小的分潮从多佛尔海峡往北运动,较大的分潮由苏格兰一挪威间的海口进入,并往南传播。潮差,在英格兰沿岸为 7 米,广大的外海为 1.5 米。从西北侵袭北海的风暴,往往给岸长 6436 公里的沿海造成相当大的损失。若这种灾害与风暴潮[参见 "波浪"]结合在一起,大浪和高潮同时出现时,对沿岸地区的破坏就更为严重,尤其对荷兰的防护堤海岸。

北海是世界上几大渔场之一,鲱鱼的产量占世界的一半,附近各国沿海人民均以渔业为主要工业。1958 年,北海海底被英国、荷兰、德国、丹麦和挪威瓜分成几个油、气的勘探和开发区。第一个天然气井和油井已分别于 1959 年和 1969 年投产。北海现已探明的石油贮藏量为 230 亿(23×10^9)桶,为世界上第九个最大油田。

北冰洋(ARCTIC OCEAN)

北冰洋位于世界的最北部,被附近的北美洲和欧亚大陆的大片陆地所包围,是世界大洋中最小的海洋,其面积仅有 1400 万平方公里。它的大陆架宽度是世界上最宽的,它的边缘海,如格陵兰海,巴伦支海,白海,喀拉海,拉普帖夫海,东西伯利亚海,楚科奇海和波弗特海等都深深地伸入到海岸线以内。无数向北流的河流,特别是加拿大的马更些河,安德森河和科尔维尔河,苏联的科累马河、印迪吉尔卡河,勒拿河,雅纳河(Yana),鄂毕河和叶尼塞河,向北冰洋注入了含有大量泥砂的水,这些河水是太平洋和大西洋的水蒸气遇冷后在这一地区的降水。北冰洋表面被一层多年冰——极区浮冰群所覆盖,冬季时浮冰面积不断扩展,包围着大片的陆地,浮冰的平均厚度为 3 米。北冰洋最大深度为 5180 米,洋底被三个深海海岭——罗蒙诺索夫海岭、阿尔法海岭和北冰洋中央海岭分隔成几个大海盆。北冰洋是地球上最恶劣区域之一,其海水温度为 −1.7℃,空气温度低至 −60℃。北冰洋北部水域中的生物比混有大西洋和太平洋水的南部水域的生物少。

早期探险 为了寻找更好的捕鱼场和猎鲸场,抢占新的领地,寻找横渡大西洋到达东方的最短航线,探险家们早在公元前 320 年就陆续抵达过北极区,直到阿蒙森于 1903—1906 年沿西北航线航行和波兰人彼利(Peary)在 1909 年抵达北极为止,探险活动持续增加。以下是近 2000 年以来按年代先后顺序排列的较著名的探险活动:

公元前 320 年:马萨利亚(Massalia)的皮特阿斯(Pytheas)乘船驶过直布罗陀海峡,绕不列颠岛航行一周后又向北进行考察,最后可能驶入挪威海。

大约在公元 870 年:诺曼人奥特尔(Ottar)声称他为了寻找海象,曾乘船绕过挪威北部,沿着摩尔曼海岸驶入白海,最远到达了科拉半岛。

大约在公元 875 年:在第 9 世纪后期,爱尔兰的僧侣们为了寻找与世隔绝的隐居地点,在冰岛上定居。

公元 877 年:G. 厄尔夫森(Gunnbjorn Ulfsson)从冰岛向西前进去观测格陵兰。

公元 982—985 年:被从冰岛放逐出来的 T. 埃利克(Eric ThorValdson)在格陵兰西部建立了殖民地。

公元 1000—1006 年:L. 埃利克森(Leif Ericson)和 T. 卡尔西夫尼(Thorfinn Karlsefni)从格陵兰出发进行探险,并试图在北美洲海岸定居。

公元 1194 年:冰岛史籍上记录了猎捕海豹、鲸鱼和海象的渔民发现的斯匹次卑尔根

群岛。这些渔民探测了格陵兰海，巴伦支海和白海，并发现了新地岛。

公元1553—1554年：H. 威洛比（Hugh Willoughby）和R. 钱塞勒（Richard Chancellor）绕挪威北岸航行并到达了阿尔汉格尔的现址。

公元1556年：S. 巴勒（Stephen Burrough）到达新地岛和喀拉海峡。

公元1594—1597年：W. 巴伦支（Willen Barents）和C. 内伊（Cornelis Nay）发现了熊岛，绕过新地岛，并在冰港（Ice Haven）过冬（这是首次成功地在北极过冬的探险队），并探查了巴伦支海和喀拉海，远至亚马尔。

公元1607—1611年：H. 哈得孙（Henry Hudson）发现了扬马延岛，并通过了哈得孙海峡进入哈得孙湾探险。

公元1610—1648年：俄罗斯的哥萨克人在征服西伯利亚时，1610年到达了叶尼塞河口，1636年到达了勒拿河口和雅纳河口、1644年到达科累马河口，这有力地证明S. 德塞涅夫（Simon Dezhnev）曾率领探险队从科累马河出发穿过白令海峡到达阿纳德尔湾。

公元1725—1741年：V. 白令（Vitus Bering）在一系列的航海中发现了白令海峡，并调查了阿留申群岛，发现了美洲的圣埃利亚斯山，并为之命名。

公元1819—1820年：E. 佩里（Edward Parry）乘船通过兰开斯特海峡和巴罗海峡，发现了惠灵顿海峡，里金特太子湾，北萨默塞特群岛，梅尔维尔海峡和梅尔维尔岛。

公元1819—1826年：J. 富兰克林沿着加拿大的科珀曼河航行到北冰洋，并向东考察了885公里，到达特纳盖恩角。

公元1827年：W. E. 佩里（W. Edward Parry）试图用雪橇由北斯匹次卑尔根（群岛）从冰上到达北极，但大浮冰向南漂移速度快，他无法越过北纬82°45'。

公元1831年　：J. 罗斯确定了北磁极的位置，并在那里插上英国国旗。

公元1845—1848年：J. 富兰克林为了发现西北航线而到达赫舍尔（Hershchel）角，然而海冰却妨碍了他的航行。

公元1850—1854年：R. 科林森（Richard Collinson）和R. 麦克卢尔（Robert McClure）在威尔士太子海峡过冬。在那里，他们能看到班克斯海峡。这样他们也确定了错综复杂的西北航线的最末几段。

公元1871—1874年：J. 佩耶（Julius Payer）和C. 维普列特（Carl Weyprecht）发现了法兰士约瑟夫地群岛。

公元1878—1879年：诺尔登斯克乔尔德（N. A. E. Nordenskjöld）第一次从西向东沿西北航线航行。

公元1879—1881年：德朗（G. W. De Long）乘"珍妮特"号（Jeannette）船从白令海峡开始试图探测西伯利亚海岸，但船被冰块撞坏，幸存下来的随行人员在新西伯利亚群岛又发现了珍妮特群岛和亨利埃塔群岛。

公元1881年　：R. M. 贝利（Robert M. Berry）在寻找德朗时发现了弗兰格尔岛，该岛曾在1849年被发现过并命名为凯利特岛。

公元1888年　：F. 南森成为第一个横穿格陵兰的人。

公元1893—1896年：南森和斯维尔德鲁普乘"弗雷姆"号船成功地完成了漂渡北冰洋的航行。他们进入了新西伯利亚群岛近海的大块浮冰群，随冰一直漂流了三年后，在斯匹次卑尔根附近才脱险。在漂流期间，南森使用滑雪板和狗拉雪橇创造了到达北纬86°14'的记录。

公元1903—1906年：R. 阿蒙森经威廉王陆地（King Willian Land）的东海岸，沿西北航线航行，并通过白令海峡进入太平洋。

公元1909年：　R. E. 皮尔里（Robert E. Peary）声称在这年（1909）到达了北极极点。

公元1926年：R. E. 伯德（Richard E. Byrd）和F. 本尼特（Floyd Bennett）从金湾出发乘"约瑟夫·福特"号单翼飞机飞到北极极点。

冰盖　北冰洋可以称得上是唯一可以步行通过的大洋，至少在冬季是这样。冰盖的平均厚度为3米，在北美洲和欧洲之间形成了一座坚固的"桥梁"。夏季，除了格陵兰北部海岸以外，边缘海的冰开始融化和破碎，但由于环流的作用，这些碎冰仍被集聚在一起达一年之久。冬季时，冰盖的覆盖面积最大，而在夏季则要缩小15—20%。当然，极心区的冰盖始终存在，虽然它们总在不停地运动，不断地更新。冰盖是海冰和冰山的混合物。冰山主要来自于格陵兰冰川和西伯利亚沿岸一带。大块大块的冰组成了许多冰岛，有些冰岛的面积可达600平方公里，比周围的浮冰往往高出10米。冰岛一般多由波弗特海中

的那些处于静止状态的浮冰形成的。

盐度为 35×10^{-3} 的海水通常是在 $-1.9℃$ 结冰，在冰晶形成的过程中，水中盐分被析出，因而在冰下形成了无数个盐槽。由于北极区的降雨量很少，所以新形成的冰附在原有冰堆的下面。每年夏季可能有约三分之一厚的冰融化掉，即使极区的冰也不例外，只有到了冬季才由新结的冰更换。尽管冰的平均厚度只有 3 米左右，而由于大块浮冰相撞所形成的冰脊厚度可达 12 米。

在极地风和海流的影响下，冰盖始终处于运动状态，现在已经确定出北冰洋存在着三个大环流系统。一个系统从东西伯利亚海和拉普帖夫海向西朝格陵兰海方向流去。漂流过程中，有两个环流从主漂流中分离出来，一个主要限于拉普帖夫海，另一个绕过法兰士约瑟夫地附近的群岛，流向新地岛北部。这两个环流均以反时针方向流动，并且都因喀拉海初期冰的影响而被扩大。

第二浮冰漂流系统在波弗特海内，是按顺时针方向运动，在波弗特海内形成一个停滞区，由于它被限制在一个封闭型区域内，既不向太平洋方向流动，也不向大西洋方向流动，因此这个系统中的冰比其它区域的冰要厚。

第三个浮冰漂流系统起源于东西伯利亚海和楚科奇海，直接朝北极方向流动，到达北极后又朝格陵兰海方向漂流，在那里与第一个浮冰漂流系统汇合。第一和第三浮冰漂流系统每年都有一部分浮冰穿过格陵兰海进入北大西洋和通过北极的阿奇佩拉戈(Archipelago)海峡进入巴芬湾。

水团和海流 北冰洋水的层化现象和循环的结果，使靠近太平洋一侧的海洋生物与靠近大西洋一侧的生物有所不同，在这一层内发现的生物种类在另外一层却找不到。太平洋的水通过白令海峡流入北冰洋，大西洋的水通过格陵兰和斯匹次卑尔根之间流入北冰洋。而从北冰洋流入到大西洋的水主要是做为格陵兰海流流出。大西洋的温度较高(3—4℃)和较咸的水从水下 609 米的水层流入北极海盆，它流入北冰洋的水量是太平洋流入量的两倍。北美洲和欧洲、亚洲大陆上的河流流入北冰洋的淡水量，约为太平洋通过白令海峡流入量的十分之一，北冰洋上的降水量只占全部水量的 0.01%。

北冰洋的海水被分成几个不同的水层。表面层水冬季的温度为 $-1.8℃$、夏季为 $-1.5℃$，该水层延伸到水下 45.7 米。水下 45.7 米和 182.8 米之间为中间层，温度为 -1.9—$-1.6℃$。靠近太平洋的一侧，稍微暖和的水层出现在深度为 76.2—106.6 米的表面层和中间层之间。大西洋水流过北极海盆，当它接近波弗特海时，成为较冷和较薄的冷水层，正好处在表层以下，其深度可达 900 米。从大西洋表层水以下一直到洋底，有一个比较均匀的水团，其温度为 -0.3—$-0.8℃$，盐度为 34.9×10^{-3}—34.99×10^{-3}。北冰洋的底层水主要来源于变冷下沉的大西洋水。

大陆边缘 北冰洋海盆周围的大陆架面积约占北冰洋总面积(140 万平方公里)的三分之一，它的形状和宽度很不规则：阿拉斯加和加拿大北面的波弗特海陆架宽度为 20—40 公里；巴伦支海、东西伯利亚海和楚科奇海的陆架宽度为 500—1200 公里，这也是世界上最宽的陆架。在许多区域，陆架被深海峡谷切割，其中比较明显的是赫勒尔德峡谷，该峡谷从楚科奇开始，沿大陆边缘向北延伸，谷深达 90 米。此外还有巴罗峡谷，它从阿拉斯加的巴罗角以西 150 公里处开始，向东北方向延伸到波弗特海，峡谷深度达 100 米以上。大陆架外缘断裂是在水深 200 米的深度上，这是世界所公认的标准深度，但格陵兰北部陆架边缘除外，那儿的断裂出现在 300 米的深度上。这可能是由于格陵兰冰冠所引起的下沉。陆架的坡度也被认为是在 1.5°—4°这个标准范围内。

海岭 北冰洋海盆由三个海岭分隔，这三个海岭是阿尔法海岭、罗蒙诺索夫海岭和北冰洋中央海岭，其中北冰洋中央海岭是大西洋中央海岭在北冰洋的延伸，这些海岭对深海冷水团和常年冰盖循环起着重要的影响，在形成和保持主要的海洋生物产地方面有重大的作用。

阿尔法海岭是在建立阿尔法浮冰漂流站之后命名的，它连接着埃尔斯米尔岛附近的北美大陆架和东西伯利亚海下面的西伯利亚陆架的一部分，绵延 900 公里，海岭隆起的最小深度为 1400 米，并且被 2000 米深处的一条宽而浅的海沟分隔，海岭的两侧分别以不同的坡度平缓地向洋底延伸，只是在高度为 600 米的海崖处才开始突然下落。海岭起伏不平的地形被认为是由于重复断层所致。

罗蒙诺索夫海岭与阿尔法海岭几乎是平行的，全长 1800 公里。穿过北冰洋海盆，连接着埃尔斯米尔岛附近的大陆架和新西伯利亚群岛附近的陆架，它比北冰洋其它海岭都窄，最窄处只有 40 公里，最宽的地方为 200 公里。海岭隆起的顶部在水下 850 米至 1200 米之间，有的隆起其峰巅比海底高出 3000 米。罗蒙诺索夫海岭的峰脊相对来说是比较平坦的，宽约 26 公里。最近的调查资料表明，这条海岭是在北冰洋海盆形成时从早期的欧洲大陆架分裂下来的一部分。

在罗蒙诺索夫海岭与阿尔法海岭之间有一条伸向马卡罗夫海渊的低海岭，这就是马文海岭。这三条海岭连到北冰洋海盆靠近北美洲一侧，形成了宽阔的大陆架。

大西洋中央海岭延伸到格陵兰和斯匹次卑尔根之间的北冰洋海盆，在那里成为北冰洋中央海岭。它穿过海盆，在勒拿河三角洲附近与欧亚大陆架相会。这条海岭的宽度约为 200 公里，它的自然地理状况与大西洋中央海岭虽有某些区别，但是有关的地震带则是连续的，特别是北冰洋海盆的所有地震

陷落都集中在一条很窄的地带，这条窄带正好与北冰洋中央海岭重合。北冰洋中央海岭由峰、岭和裂谷组成，它们在海底上的起伏高度为 1000—1500 米。



图　北冰洋

海渊　阿尔法海岭、罗蒙诺索夫海岭及北冰洋中央海岭将北冰洋海盆分隔成四个海渊：加拿大海渊、马卡洛夫海渊、欧亚海渊和弗雷姆海渊。这些海渊也叫次海盆，它们与周围的海岭和大陆边缘一起为深海水团提供了一个稳定均匀的环境，对那些沿着陡峭斜坡流动和蠕动的沉积物来说，起着集水盆地的作用。

加拿大海渊位于波弗特海大陆架与阿尔法海岭之间，它们的距离约为 1100 公里，底部非常平滑，深度约为 3940 米。波弗特海下面绵延着一条较小的海渊——波弗特海渊，一个隆起高度为 350 米的海槛将它与加拿大海渊分隔开。然而，由于这两个海渊分隔得不是十分明显，所以有时也常常把它们统称为加拿大海渊。

马卡罗夫海渊周围被阿尔法海岭、马文海岭和罗蒙诺索夫海岭包围，渊底深度为 4030 米，平滑的底部紧挨着周围海岭的边缘，因而使整个海盆的沉积物迅速增厚。

欧亚海渊和弗雷姆海渊在它们被确定出确实是被北冰洋中央海岭分开之前，一直称作为南森海渊。欧亚海渊的底部像其它的海渊一样，也是比较平坦的，其深度为 4290 米，而靠近罗蒙诺索夫海岭一侧的深度比靠近北冰洋中央海岭一侧的深度大 410

米。

弗雷姆海渊是四个海渊当中最小而又最深的一个，长 950 公里，宽 350 公里，深 5180 米。它也是一个最不规则的海渊，在 80 公里长的距离内，底部的高度变化竟达 4450 米，而且表面上还有两个高度分别为 730 米和 1000 米的海山。现在对弗雷姆海渊的了解还很少，随时都可有新的特征发现。

北极圈（ARCTIC CIRCLE）

指北纬 66°32′ 的纬线（常取北纬 66°30′）。沿着这条纬线，夏至日（约 6 月 21 日）太阳不落，而在冬至日（即约 12 月 22 日）太阳不升。从北极圈向北，每年连续 24 小时白昼或连续 24 小时黑夜的天数逐渐增加，到了北极增加到约 6 个月。北极圈是北极区和北温带的分界线，它穿过北俄罗斯，斯堪的纳维亚半岛、格陵兰、加拿大北部和阿拉斯加，与冰岛北部的突角相接。英国著名的探险家 J. 库克于 1778 年跨越北极圈，穿过白令海峡，成为第一个越过南极圈和北极圈的人（他曾于 1773 年越过南极圈）〔参看“库克，J.”〕。W. 布莱特当时曾做为“Resdution”号的船长伴随库克参加了这次航行，布莱特先生后来又担任了“博爱”（Bounty）号船的船长。

北 极 熊〔POLAR BEARS（*Thalarctos maritimus*）〕

在北半球极地见到的大型水生食肉动物。北极熊不像熊科中其它多数熊那样，视力好，较其它种的熊稍瘦。

北极熊是强有力的捕食者，在那不毛的北极栖息地到处游荡，搜寻以海豹肉为主的食物〔参见“海豹”〕。北极熊壮得足以将一只 90 公斤的海豹从它的呼吸冰洞内拖出来。在海豹缺乏时，它们也吃鱼、海鸟蛋、海草、死鲸和任何可以得到的废弃物〔参见 “藻类”〕。已经肯定北极熊是线虫〔旋毛虫（*Trichinella spiralis*）〕的寄主。这种有机体会使那些吞咽下生的或半生不熟熊肉的人感染旋毛虫病。北极熊除非是一个母兽与它的幼兽（常是两个）在一起时，或正值交配期时，通常是独居的动物，而且单独行动。这些动物常被分类成非水生的，然而，实际上它们是优秀的游泳能手。它们用其前肢在水中推进，并用其后肢作为一个舵。

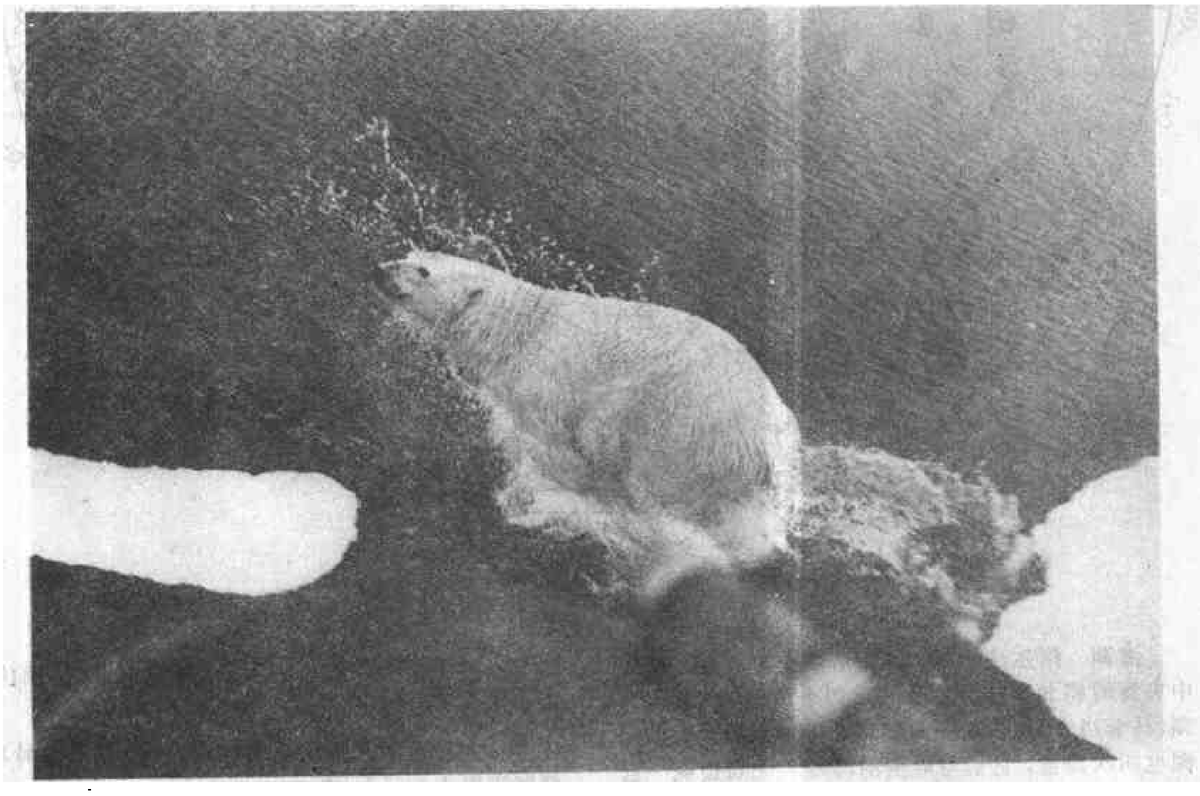


图 除非是在交配季节或当一只母兽同其幼兽在一起的时候，通常北极熊是单独行动的。这种熊是优秀的游泳能手。

与其它哺乳动物不同，北极熊没有一个家园领地，因为它们并不固守在一个地方，而是要花很长的时间寻求食物。在夏天，当它们到陆地上脱毛时，从一个地方到另一个地方远足旅行，寻求像地衣、浆果和能连根拔出来的其它东西作为食物。

一只成年雄性北极熊，其长度大小在 2.4 米到 2.7 米之间，而其重量从 363 公斤到 454 公斤。雌性较小，大约 1.5 到 1.8 米长，重 318 公斤左右。不过，它们能在高低不平的冰上迅跑，其速度约为每小

时 32 公里到 40 公里。

虽然据估计北极熊群体约有 2 万只左右，但对这些被猎捕甚多的动物的精确统计数字，目前还不清楚。

北赤道流（NORTH EQUATORIAL CURRENT）

见 "赤道流系"。

北大西洋海流（NORTH ATLANTIC CURRENT）

湾流的续流，起始于北纬 40°和西经 50°左右纽芬兰外的大浅滩附近。北大西洋的分支经常被浅的、易变的风驱动的表层水的运动所掩盖，因而，时常被认为是北大西洋漂流。

在中大西洋海脊［参见 "大陆漂移"］附近，北大西洋海流分成两个主要分支，北支在北纬 50°—52°之间，在拉布拉多海流的北侧［参见 "海流"］。南支沿北纬 45°运行并携带没有被冲淡的湾流水。北支继续向东北偏东进入挪威海，部分水体继续向北直到形成伊尔明格海流，然后向西弯曲并向南到冰岛以南，最终又重汇入北大西洋海流。海流的其余部分继续变为加那利海流，沿欧洲海岸南下。

白海（WHITE SEA）

北冰洋诸海之一，位于苏联西北岸。该海南部背依苏联大陆，西部和北部有科拉半岛，东部和北部有卡宁半岛，成钳形包围。通过戈尔洛海峡与北冰洋相通。沿东部海岸有三个大湾（梅津、德维纳和奥涅加湾），西海岸有一长形海湾（坎达拉克沙）。流入白海的河流很多，其中三条河分别以三个大海湾的名字来命名。通过德维纳河、伏尔加河和第聂伯河，白海可与土耳其及伊朗边境的里海和黑海相通。白海总面积为 9.5 万平方公里，最大水深为 340 米，一般深度为 100—200 米，白海是 9 世纪挪威探险家奥塔发现的。

白令海（BERING SEA）

位于太平洋的北部边缘，在阿拉斯加、西伯利亚和阿留申群岛的环抱之中。公认为，北部以北极圈为与楚科奇海的分界线，但更确切的北界线应以白令海的最狭窄口为界。南部规定从阿拉斯加半岛的卡布奇角（Kabuch Point）经阿留申群岛，到科曼多尔群岛的南端，再到堪察加角的连线为界。这样，就把阿拉斯加和堪察加之间的所有水域都包括在内了。白令海总面积为 230.4 万平方公里，平均水深为 1598 米，总容积为 368.3 万立方公里，最大水深为 4420 米。

已有证据表明，最早考察白令海的是俄国哥萨克人 S. 迭日涅夫。据报告，1648 年，迭日涅夫和一个小队从东西伯利亚海的科雷马河河口出发，向东航行，绕过东角（迭日涅夫角），经过白令海峡，驶进白令海，并向西到楚科奇半岛南端的阿纳德尔河口。

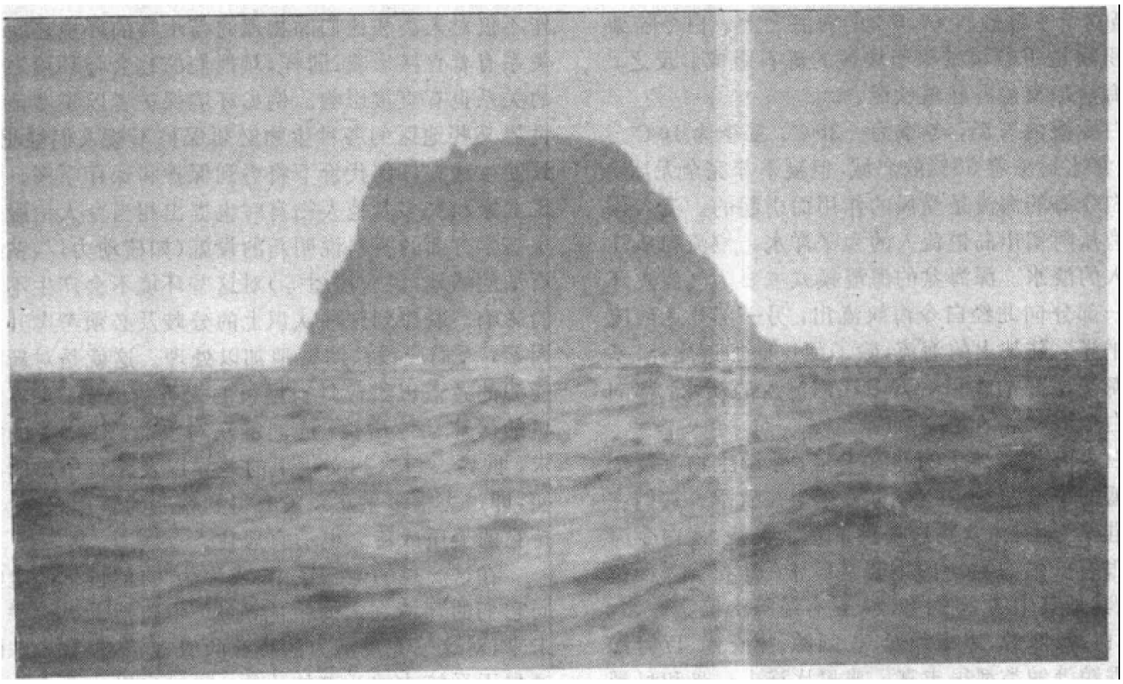


图 1英里长的航道礁石，若干光秃海岛，位于白令海峡的苏联领海线附近。本照片是美国"鹦鹉螺"号核潜艇于 1957 年，准备往北极作历史性潜航时，用潜望镜拍的。

当然，白令海是以丹麦航海探险家 V. 白令的名字命名的。在 1724—1749 年的北方大考察时，他在俄国海军工作。1728 年，白令离开了他在鄂霍次克海的临时工作区，驶过白令海，往北通过白令海峡，进入南楚科奇海[参见 “鄂霍次克海”]。1778 年，J. 库克船长乘“决心”号向北航行，通过白令海峡，成为第一个穿过北极圈和南极圈的人[参见 “库克，J.”]。

白令海的海底可分为两个区域。东北半部完全为陆架，是世界上最大的陆架之一，离岸最远可伸到 643 公里。经白令海峡伸向楚科奇海的地区，陆架浅于 200 米，使流入北极海盆的海水仅限于表层水。第二个区域为西南半部，由深水海盆组成，最大深度为 4420 米。海盆的海底非常平坦，水深介于 3800—3900 米之间，且被两支海脊分隔开。奥利伍托斯基海脊，起自北部，贯穿着整个海盆；另一支为独特的拉特岛海脊，起自阿留申岛弧，按逆时针方向盘绕着海盆。这两支海脊把深水区域分隔成东、西两个海盆。在这深海盆内，还有沉淀得很快的沉积海盆，该海盆在玄武基岩上已覆盖着 2000—4000 米深的沉积物。

白令陆架还从平坦的海底抬升起几个岛屿，有著名的圣劳伦斯岛、努尼瓦克岛和普里比洛夫群岛。陆架的边缘以 4°—5°坡度陡峭地下倾。在阿留申岛链的东南角，陆架深深地被白令峡谷所割裂，该峡谷长度超过 161 公里，宽度在 32 公里以上，深深地切入，并有 50 多条支谷。这可能是世界上最大的海底峡谷了。在峡谷的两侧，到处都有 1829 米高的谷壁，矗立于平缓倾斜 (0.5°) 的海底之上。白令陆架的沉积物是由砂和淤积于坡麓的砾石组成。反之，在深海盆却覆盖着硅藻软泥。

白令海的气温，冬季为－25℃，夏季为 10℃。冬季，海冰封冻着 90%的海域，但夏季却完全无冰。

白令海的海流是受风的作用而引起的。流入该海的有从阿留申岛链流入的太平洋水。潮流和从江河流入的淡水。深海盆的海流模式主要为气旋式环流。一部分向北经白令海峡流出，另一部分返回流入太平洋。陆架上的海流；除了阿拉斯加近岸外，基本上都受潮汐的作用。许多江河流入的淡水，都向北经白令海峡流入楚科奇海。

白令海的海洋生物非常丰富，浮游生物有两个最旺盛的季节，一个在春季，另一个在秋季。它们主要以硅藻为主，为食物链提供了基本保证，使白令海成为很有价值的渔场的主要是巨蟹、虾和 315 种鱼类，尤其是其中的 25 种鱼类，更有经济价值。譬如：虎鲸、白鲸、喙鲸、黑板须鲸、长须鲸、露脊鲸、巨臂鲸和抹香鲸等鲸类都很丰富。普里比洛夫群岛和科曼多尔群岛是海豹的繁殖场，海獭、海狮和海象也众多。

18 世纪早叶，由于海豹被加拿大、墨西哥、日本、俄国等国猎人的捕捉而日益减少，甚至濒于灭绝，因而，美国想对整个白令海实行捕杀管制，但英国反对这一行动，并于 1893 年，国际法庭规定美国无权管制这些水域。法庭还对该海域海豹的捕杀量作了规定，确实起了一定的限制作用。后来，于 1911 年和 1957 年，对这一广大海豹繁殖场签订了进一步保护的协定。

生态学(ECOLOGY)

生态学或环境生物学是研究环境中的有生命的和无生命的部分间的各种相互关系的学说。主要涉及对现有生物的构造、作用和生活周期以及这些因素对人类的影响，此外，它还涉及现有生物和自然界的平衡。

生态学是一门较新的科学，它起始于 100 年前。1870 年，生物学家把希腊字根 *oikos*（“房屋”）和 *logos*（“研究”）结合在一起构成了这一名词（其字义直译为“研究在家里的生物”）。这一名词经常是指环境本身而不是指对环境的研究。但是，就海洋学来说，生态学是一门综合性的科学，它大量地依靠其它学科，如植物学、地质学、化学、气象学、生物学等。由于自然界相互之间的关系是多方面的和多种多样的，因此，虽然生态学基本上涉及理解生物群的生物学和在陆上、淡水水域中以及在海洋中它们的作用的过程，但实际上生态学的研究范围也同样是多方面的。

这样的研究是以提供权威性的资料为主要目的。这样的资料可应用于制定有条理的环境方面的计划与管理。但是，制订计划并非易事，因为这项工作不仅对人类和他们的物理的与生物的环境之间的关系有着直接影响；同样，对他们的社会与环境之间的关系也有直接影响。例如环境保护者以事实证明世界某些地区的各种生物必须保护不被人们触犯，致使生物在任何代价下将得到保护和保存下来。但工业家和许多其他人物有时也提出相当令人信服的生态学方面的资料说明新的设施（如核动力厂，钻探石油的场地，供应房屋等）对这些环境不会产生不良的影响。联想到这种认识上的分歧及必须考虑其它因素，人们应设法明智地加以处理。这就是对新的能源的急需以供应日益增长的人类的需要；世界人口的爆炸性地增长，连同群众对食品，住房等的需求，世界人口之间文化上的差异以及无可争辩的事实，即过去很多生态系没有得到精明的管理，使之保持它的美质或使之更适宜居住。

在这一总的生态系中，或称为“自然群体的生物同它们的环境在内的机能系统”中包括世界海洋。未来，对这一充满活力的资源的管理，不仅直接影响栖息于系统中的活着的生物，同时也影响着在此行星上生活着的人类。

由人类活动所造成的在气候、可居住性、动物区系、植物区系、海洋、大气、大片陆地或地球上其它大的自然环境等方面的许多全球性的影响或变化已作

出了假设。这些理论和推测包含了下面的断言，即从燃烧矿物的燃料而积聚的二氧化碳，可能使行星温度升高，极地的冰融化，从而使海面升高数百英尺以致沿海城市被水淹没。

不断地排泄有毒物质，如重金属、石油和放射性物质进入环境，或沿岸水域的过多的营养物质将如何影响海洋和陆地上的生态系，给人类提出了重要的问题[参见 "海洋污染"]。

由人类活动所造成的，不加控制的污染对海洋系统构成了极大的威胁。倾入河流中的有毒液体废弃物和下水道污物都进入了海洋，这样，海洋成了一个国家的或国际水域的巨大的混合罐。此外，在海洋中溢出的石油、船舶的废物形成的团块物料、由雨雪而进入海洋上空中有毒气体所形成污染源和各种其它人工造成的异物如碳氢化合物等都会集于海洋中。

生物噪声(BIOLOGICAL NOISE)

见"水声"。

生物海洋学(BIOLOGICAL OCEANGRAPHY)

生物海洋学又称海洋生物学，是一门研究海洋生物种群时间和空间分布和它们相互之间及与环境之间相互作用的学科。

根据上述定义，生物海洋学主要涉及分类学和生态学。但是，由于海洋生物学家的兴趣是多方面的，所以研究的范围也是广阔的。

在对世界海洋感兴趣的生物学家解答这样一些问题时，如在海洋环境中有哪些生物存在？这些生物是怎样生活和生存的？是什么因素控制它们的分布模式？这时，海洋学就发展成了一门科学。

诸如上面提到的难解的问题仍然由生物海洋学者们思索着。他们的研究工作从在实验室控制的条件下进行试验一直扩展到对海洋各种深度中活生物的调查研究。

为了有助于这些研究工作，必须更好地、更系统地了解海洋中的生物。从分子物理学与生物学到生物各部分的生理学，生物相互之间和它们栖息场所之间的相互作用，生物的自然生活周期和种群都是所要研究的问题。而且，为了使研究工作具有深刻的意义，所有这些方面的知识，从分子生物学到生活周期史必须建立在由分类学和系统生物学例示的种的基础知识之上。这种分类学方面的研究工作，其历史还不到 200 年，但是海洋生物的产生却与这个星球上的其它生物一样悠久。

印度洋(INDIAN OCEAN)

是世界第三大洋。它的东、西两侧有澳大利亚和非洲；南、北两端为南极洲和亚洲。它不同于大西洋和太平洋，大部分水域都在赤道以南。包括边缘海在内，印度洋的总面积为 8160.2 万平方公里，平均水深为 4284 米，总容积为 3.496 亿立方公里。最大水深出现于爪哇南侧的爪哇海沟，为 7450 米。

印度洋的范围正式定为：北部，以阿拉伯海、拉克代夫海、孟加拉湾、东印度群岛和大澳大利亚湾的南界为界；西部，从厄加勒斯角到南极大陆，以东经 20°经线为界；东部，从东南角到塔斯马尼亚的南端，再沿东经 146°15′ 经线到南极大陆的连结为界；南部与南极大陆相接。

印度洋水域哺育着 35 个独立国家，荡涤着一个尚无人定居的大陆。与印度洋密切相连的 12 个边缘海和特定水域是(从非洲南端开始，按顺时针排列)：莫桑比克和马达加斯加岛之间的莫桑比克海峡；非洲和沙特阿拉伯之间的红海和亚丁湾；沙特阿拉伯与伊朗之间的波斯湾和阿曼湾；非洲、沙特阿拉伯、巴基斯坦和印度洋大陆之间的阿拉伯海；印度东南端的拉克代夫海；印度东岸的孟加拉湾；安达曼、尼科巴群岛和马来半岛之间的安达曼海；小巽他群岛附近的萨武海；澳大利亚南岸的大澳大利亚湾以及南极附近的戴维斯海。

流入印度洋的主要河流有：非洲的林波波河、赞比西河，亚洲的伊洛瓦底江、布拉马普特拉河、恒河、印度河和阿拉伯河。洋内有许多火山岛和若干大岛。显然，这些大岛可认为是大陆在大洋里的碎片。例如，非洲东岸的马达加斯加、塞舌尔群岛的一部分、亚丁湾外的索科特拉岛，以及印度东南端的斯里兰卡都是花岗岩成分，都可认为是大陆的一些碎片。此外，还有其它一些岛屿，包括马达加斯加以东的毛里求斯、留尼旺、罗德里格斯，以及大洋南部的爱德华太子岛、克罗泽、阿姆斯特丹、圣保尔和凯尔盖朗群岛。

考察史 印度洋是第一个用作通商航线的大洋，但直到 15 世纪，它还是埃及人和希腊人所独占的势力范围。约在公元前 600 年，根据希腊的"历史之父"希罗多德说，埃及的国王尼科派了腓尼基海员，经红海和非洲东海岸，到印度洋考察。据说，该船经过直布罗陀海峡和地中海，三年后才返回，是当时最卓越的一次考察。亚历山大大帝到巴基斯坦印度河的考察，大大地增进了对波斯湾、阿曼湾和阿拉伯海等边缘水域的了解。约于公元 150 年，托勒密绘制了一幅印度洋海图，把印度洋绘成一个封闭海，从非洲向中国伸展，南部与一片不知名的陆地相邻(来自古希腊的一种传说，认为南半球有块很大的陆地)。

公元 476 年，这条横渡北印度洋的通商航线，因古罗马帝国被推翻而遭中断，但埃及人把这些知识都保存下来。当十字军东侵(1096—1300 年)时，欧洲人又恢复了这条航线。1292 年，马可·波罗从他住了 24 年的中国回来，经过马六甲海峡。1497 年，V.d. 伽马沿非洲西岸南下，绕过好望角，驶进印度洋，为国际贸易和海洋考察开创了新纪元。

从1500到1800年这300年间，几次著名的考察都增加了对印度洋的知识。1521年，D. 卡诺乘"维多利亚"号横渡印度洋中部。1580年F. 德雷克爵士乘"金鹿"号经印度洋向西航行，完成了他为时三年的环球航行。1642年，A. 诺斯曼，环球航行到澳大利亚时，发现了塔斯马尼亚岛。1772年和1776年，J. 库克在南极大陆进行了考察，成为第一个横渡南印度洋的人[参见 "库克，J."]。

虽然，印度洋的早期贸易和考察是史无前例的，但是，直到最近，印度洋仍是三大洋中考察得最少的一个大洋。50年代初期，泛印度洋科学协会的成立，以及1960—1965年的国际印度洋考察，显著地增长了我们对印度洋的气候、水团和海盆的情况的了解。

气候 总的来说，印度洋的风系是随全球的大气环流而定的，但也有其重要的特征，这就是赤道以北的气候显著地受季风的控制。其原因是，由于南、北半球纬度30°附近，各存在着半永久性副热带高压。高压区的空气，一方面向半永久性低压带，即向著名的赤道无风带，或赤道附近的热带辐合带运动；另一方面，以相反的方向，向纬度60°附近著名的副极地低压带运动。当空气向赤道运动时，由于地转效应，北半球往右偏，南半球往左偏。结果，由南、北两面来的风接近赤道时，导致风向由东向西吹。至于高压带和低压带的位置，也随太阳位置的季节变化而向北和向南变动。

夏季，位于北半球的赤道无风带，从阿拉伯半岛的南部，经过巴基斯坦和印度北部，向北移动和伸展。在此位置时，低压槽因受陆地影响而急剧加深。整个红海和波斯湾都是从北方高压带吹来的偏北风；而由南半球高压带往北吹的风，因经过赤道时受偏转，成为强盛稳定的西南季风，吹过阿拉伯海和孟加拉湾。这些气流长途经过印度洋后，吸收了大量水气，因而，夏季季风以持续多暴雨而著称。最典型的是阿明尼，仅6月这一个月降水量几乎达到360毫米。位于迎风坡位置的斯里兰卡降水更多。西南季风从5月一直持续到9月，在这一季节内，日间气温为30—35℃，夜间为24—27℃。

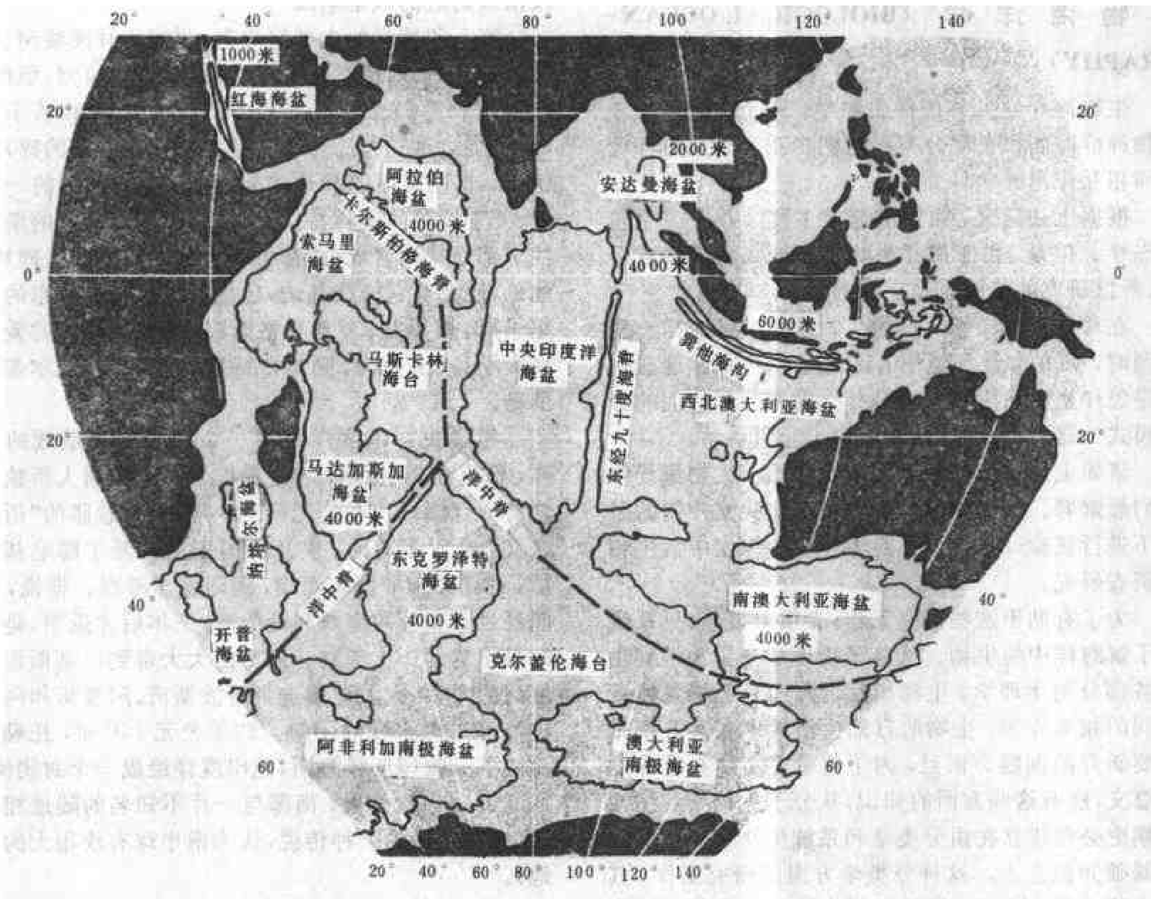


图 印度洋

冬季，赤道无风带由北半球移至赤道以南10°—15°的位置。气流由北方强大的西伯利亚高压吹向赤道无风带。当气流吹向印度洋时，因有耸高的喜马拉雅山的阻挡而发生偏转和减速。因而，下沉的干燥气团，形成相当微弱的东北季风，致使这一区域于9月至翌年1月间雨量极为稀少。

赤道无风带（科学家们常称之为热带辐合带），

是对静稳、轻风、上升气流和低压带的一个不完善的定义，只有12月到3月期间，这一定义才最为合适。来自高压带的气流，带来了潮湿、不稳定的空气，往往多阵雨和骤然暴雨。由于高气压带流入的大型气团非常潮湿，使赤道无风带成为地球上最多雨的一个地区。例如，塞舌尔和查戈斯群岛的年降水量分别为2285毫米和4290毫米。罗德里格斯岛附近是赤道无风带雨量最少的地区，年降水量也达890—1225毫米。

南部的副热带无风带，其中心位置，1月约在南纬35°，7月约在南纬30°附近。这是相当温暖、干燥的下沉气流和高压带，终年为温暖晴朗的天气。在帆船时代的早期，航行到此纬度带的帆船，因无风而长久停滞不前。如果是运马的船，他们宁愿将马抛进海里，以多保存一些水。因而有"马纬度带"(horse latitudes)之称。

副热带无风带以南是西风带，即所谓咆哮西风带（南纬40°附近）和狂暴西风带（南纬50°附近）的西风带，连续环形地环绕着南极大陆。因无任何陆地的阻挡，西风带的年平均风速为20—25节，冬季，最大风速常超过70节。南极冷空气与副热带无风带南缘暖空气的相互影响，经常产生风暴。西风带年平均雨量为750—1400毫米。西风带的气温，阿姆斯特丹岛日高温为40℃，由此往南1600公里的赫德附近，约为20℃。

起源　印度洋洋盆是随大陆漂移而不断发展形成的。估计约于1.8亿年前，巨大的冈瓦纳古陆破裂后，大陆就开始漂移。后来，到7500万年前，印度和澳大利亚都与南极连成一块大陆，位于非洲东南岸外方。此后，不知由于什么力的作用，印度被分裂出来，并以每年7.5厘米的平均速度，向东北和北方向"漂移"了5000公里。约在4500万年前，印度大陆与亚洲大陆相碰撞。经过这一次大碰撞，亚洲大陆架上厚厚的沉积被撞成折皱状，并使之上升为今日高耸的喜马拉雅山脉。

印度次大陆的向北运动，可能是由于海底的两侧裂缝使印度板块从两旁的板块上滑过。现在从孟加拉湾一直往南的东九十度海脊，从西阿拉伯海往南的欧文断裂带，都是这些变形断层的表现。

于4500万年前，当印度大陆与亚洲大陆相碰撞时，澳大利亚从南极分裂出来，并向东北漂移到现在的位置，而南极大陆却向南移动。约在2000万年前，阿拉伯从非洲分裂出来，并向东移动，因而形成了红海和亚丁湾。

从上述过程来看，印度洋是一个比较年轻的大洋，但是，印度洋的洋盆却是世界上最复杂的。

洋盆　印度洋的海底地形，主要受四个南北走向的海脊的控制。其中最大的印度洋洋中脊，它连接着南极、非洲和印度板块，是长达64 000公里环球洋中脊的一部分。印度洋洋中脊以每年10厘米的速度从其中心分开（即新海底在增生中）。该海脊的北端转向西进入红海，使红海逐年张开而加宽。海脊的南端分为两支：西南印度洋海脊和东南印度洋海脊。印度洋内的火山活动，大部都发生在洋中脊一带和东部的爪哇海沟一带。

印度洋洋中脊北半部的正东方，为查戈斯拉克代夫海台，其最北端达印度西岸外方的阿拉伯海。该海台到处都有露出海面的高峰，成为马尔代夫岛和拉克代夫群岛。由此再往东，就是非常直、长达5000公里的东经九十度海脊，这是现在稳定的变形断层，是由印度次大陆北移而形成的。东经九十度海脊比其周围海底高出2712—3658米，比海面低914—2134米。在该海岭的南端，为迪阿曼蒂纳断裂带，成为鄂毕（Ob）海沟，一直延伸到澳大利亚。在迪阿曼蒂纳断裂带的北面，为布罗肯海脊，有人认为这是一块被沉没的大陆碎片。由此再往北，沿苏门答腊和爪哇海岸，分布着爪哇海沟，其最大水深为7450米。

在印度洋洋中脊的西南，是由欧文断裂带、岛群和沉没海台组成的复杂区域，欧文断裂带位于北部，沉没海台也可认为是沉没的大陆碎片，其中最著名的是巨大的马达加斯加岛和沉没于南面的马达加斯加海台。弓形的塞舌尔-毛里塔尼亚海台，位于欧文断裂带、马达加斯加和印度洋洋中脊的中间。再往南有莫桑比克海台和厄加勒斯海台。

这些海脊和海台，把印度洋分为许多小海盆和平坦的深海平原。小海盆的阔度在300—9000公里，大小不等。这些深海平原是世界上最平坦的深海平原之一，水深约为3000—6000米。大洋的北部，在印度的两侧海底上，印度河和恒河冲积成了显著的冲积扇，这就是著名的印度河冲积锥和恒河冲积锥。

印度洋的大陆架要比大西洋的大陆架稍窄一些［参见　"大陆架"］，其宽度各地不等，有的岛屿附近仅几百米，而在印度孟买外方却为200公里。大陆架断裂处的平均水深为140米。许多海底峡谷切割着整个大陆架，尤其以印度河和恒河口外的大陆架最为显著。

印度洋海底，主要覆盖着远洋沉积物［参见"海洋沉积物"］。其中红粘土的分布面积约占海底的25%，来自球房虫型动物贝壳的钙质软泥约占54%。硅藻贝壳的硅质软泥约占南纬50°纬度以南海底的20%。其它沉积物均来自附近的陆地。

海水及其环流　同其它大洋一样，印度洋的表层环流，主要决定于盛行风的类型。所不同的是受印度洋季风的影响，使赤道环流随季节作反向变化。11月到4月间，盛行东北季风流，一般由东流向西，到索马里近岸转向南，流过赤道后，再转向东，成为赤道逆流［参见　"赤道流系"］。4月，随着西南季风的到来，海流方向倒转，成为西南季风漂流。索马里海流，开始向北流。到5月，赤道以北的主要海流开始向东［参见　"海流"］。7月，西南季风流已得

到充分发展，赤道逆流移至赤道以北，与向东的海流相连。

南纬10°纬线以南的环流，基本上终年不变，在南部印度洋洋盆形成反时针方向的环流。莫桑比克海流与厄加勒斯海流相汇合后，沿非洲东岸向南流，并于厄加勒斯角的东南（原文为南极近岸，可能有误。——译注）与向东的西风漂流相汇合。南半球夏季，西风漂流流幅为200—240公里，流速约为45厘米/秒。西风漂流向东在未到澳大利亚之前，就转而向北，并与从太平洋经澳大利亚南岸流入的海流相汇合。冬季，西风漂流与沿澳大利亚西岸南下的海流相汇合，并继续流入太平洋。西澳大利亚海流是南印度洋大环流的东分支，夏季，稳定地向北流；冬季，转向南，流速大为减弱。南赤道流［参见“赤道流系”］是该大环流的北分支，在东南信风的影响下，于卡普里科恩回归线附近，继西澳大利亚海流向西流，到马达加斯加后，分成两支：北分支又分为两股，一股向西，然后转向南，成为莫桑比克海流，另一股转而向东。南分支于马达加斯加以南与莫桑比克海流相汇合，成为厄加勒斯海流。

在阿拉伯和索马里沿岸，当风向转变，使近岸较贫瘠的表层水离岸输送时，就广泛地出现上升流。这些较冷的深层水带来的营养物质，比原来的表层水要高10—20倍。这些肥沃的海水使浮游生物大量繁殖，成为鱼类最理想的索饵场。但是，有时由于浮游生物过量的繁殖，也会带来灾害性的后果，氧气的耗尽，毒度的剧增和鱼鳃的污损，都会引起生态上的严重破坏。1957年，阿拉伯海，因浮游生物大量繁殖而造成鱼类的死亡，估计约相当于全世界一年鱼类捕获量。

印度洋的海水盐度一般在32×10^{-3}—37×10^{-3}之间。但红海和波斯湾，由于蒸发量特别大，海水盐度大大高于一般海水。而孟加拉湾和苏门答腊与澳大利亚之间的海区，则由于降水量大，并从太平洋流入低盐度水，致使盐度低于一般海水。此外，南极附近的海水，由于融冰，盐度也偏低。

南半球冬季，南极周围全部都结冰；夏季，这些冰被风和流沿冰川从大陆带入海里，有的冰可北达南纬40°的纬线，给那里的航海造成很大威胁。

食物资源 印度洋每年的渔业捕获量约为230万吨，其中90%是沿岸国家人民用个体所有的非机动小渔船捕捞的。捕捞的鱼很少用于加工。其中半数直接供市场销售鲜鱼，约三分之一进行简单的腌制，约5%用于冷藏，1%用于制罐头，剩下的另作它用。

其余的10%年捕获量，是由苏联、日本、中国台湾和南朝鲜的现代化渔捞队捕获的。这些渔捞队主要探寻价值高的大洋鱼类，如金枪鱼和旗鱼。1973年，南朝鲜捕获48 400吨，苏联捕获40 100吨，日本捕获30 200吨，中国的台湾捕获21 200吨。除了金枪鱼以外，还有黄鳍金枪鱼、大眼金枪鱼、蓝鳍金枪鱼、长鳍金枪鱼和旗鱼，都被过量的捕捞。所有这些鱼，大部分都采用延绳钓技术，在海面上放出几公里长的钓索，再在钓索上悬着许多挂有饵钩的钓绳。

较小的金枪鱼——鲣，是马尔代夫群岛和斯里兰卡附近经常捕捞的鱼类，每年捕获量为45 400—63 500吨。石首鱼、笛鲷、石斑鱼、鳐类和石鲈等底层鱼，当地渔民每年可捕获140万吨［参见“石斑鱼”；“笛鲷”］。在每年540—640万吨的潜在生产能力中，当地渔民仅捕获72.6万吨沙脑鱼、鳀鱼和鲭鱼。鲨类产量不详，有人估计，可用作食用和制革的鲨类，潜在的生产能力为36.3万吨。虾的年产量估计为24万吨，其中印度、巴基斯坦、印度尼西亚和泰国占大多数。

要解决该区人民每年270万吨的蛋白质缺额，急需促进印度洋当地渔业工业的发展。

矿产和石油资源 全世界近海石油产量，约有40%来自印度洋区域，尤其是波斯湾油田的产量，在世界上一直居领先地位。天然气的蕴藏量也相当大。但是，1975年，该地区的天然气产量仅占全世界的1%。近海新油田的大规模勘查，正在库奇湾、坎巴特湾、孟加拉湾、安达曼海、澳大利亚西北陆架、毛里求斯和南非陆架广泛进行着。

在3500—5000米的深海里，已发现含有锰(14.7%)、铁(13.5%)、镍(0.42%)、钴(0.25%)和铜(0.22%)的锰结核。但是，至今还没有一种切实可行的经济的开采方法。

1947—1948年，瑞典调查船“信天翁”号，在红海海底附近发现了热卤水。后来，调查结果表明，这是由于在红海中印度洋洋中脊的延体不断涌升上来的热岩，把底层20—40米深的海水加热到了约56℃。海水一被加热，就促使诸如锰、铁、锌和铅等矿物的浓缩和沉积。科尔斯指出，某些区域，存在着约30米厚含有矿床泥的富矿沉积物。但又说，现在还未研究出经济的开采方法，而且在沙特阿拉伯和苏丹之间正在争夺所有权。

“发现I”号和“发现II”号（DISCOVERY I AND II）

“发现I”号和“发现II”号都是英国的探险考察船。在1925年它们对南大洋进行了生物学考察和在1930年进行了普通海洋学研究。

严格地说，第一次“发现”号考察是1792—1794年在G．范库弗的率领下由“H．M．S．发现者”船进行的。那次航行是为了探寻西北航道。它是第一次北太平洋和美洲西北沿岸的完整调查。范库弗在他关于那次航行的著作中，史无前例地把一个海区标到了他的“大海图”上。

通常说的“发现I”号考察是指1925年“R．R．S．发现”号的航行。这艘船最初是为著名南极探险家R·F·斯科特建造的。为了进行科学考察，该船到

达了南极海域。但它却主要的参与了确定南极海域捕鲸前景的调查活动。除此之外，在考察期间还做了生物学研究和某些调查工作，并把南乔治亚岛标绘在海图上。

"R. R. S. 发现Ⅱ"号是经过特别设计于1929年建造的。它不仅像"发现Ⅰ"号那样能够进行生物学和南极捕鲸海区水文学状况的调查，而且增加了更多的效能。"发现Ⅱ"号的考察在南桑威奇群岛海区开辟了一条海洋观测航线。

这两次考察在海洋学、地质学和生物学研究方面取得了很大的成就。它使得人们当时对南极水域的了解和测绘程度达到了和其它洋区相接近的水平。在"发现Ⅱ"号考察中，某些基本的工作是用当时新的回声测深装置[参见 "声呐"]来做的。其测出的最大深度是8085米。

台风(TYPHOON)

见"飓风"。

幼体(LARVA)

独自生活的，不成熟的，自一些海洋动物的卵孵化出来的、常像蠕虫一样的可动物体。幼体往往在长出它们双亲的特征之前，在其形状和大小上要经过一系列的变化。

虽然有些幼体是胎生的或产生活的小鱼，但通常它们都是从一个种的雌体的受精卵孵化出来的。对很多硬骨鱼类，由于它们所产的卵小而且又不含有足够的食物供胚胎发育，因此卵孵化出幼体或小的，没有完全发育的鱼后，幼体要从海洋环境中寻觅食物。但对大部分软骨鱼类，或那些有软的骨骼的鱼如鲨鱼和鳐鱼，它们能产生大的卵，由于卵内含有足够的食物，以致不需要形成这类幼体[参见 "鲨鱼"]。

据海洋生物学家估计，在13.5万种浅水和底栖动物中，约有10万种以上的动物产生自由游动的幼体。因此，海洋上层的很多浮游生物都是由这些幼体组成的，其中蜗牛，贻贝，甲壳类，海星及蠕虫产生的幼体可作这方面的代表。幼体生长的各个方面可由短尾派(Brachyura)真正蟹类中出现的发育阶段来加以说明。这些从雌体所携带的卵，当孵化出成自由游动的溞状幼体(Zoeae)后，一般要经过前后连贯的几次幼体期而蜕皮。在最后一次溞状幼体蜕皮后，产生一中间幼体形体，即大眼幼体，并在变态作用中出现蟹的第一阶段。

大量幼体，特别是那些漂浮性的或自由游动时期的幼体常被很多种海洋生物包括其它的幼体消耗掉。

参见"海洋食物链"。

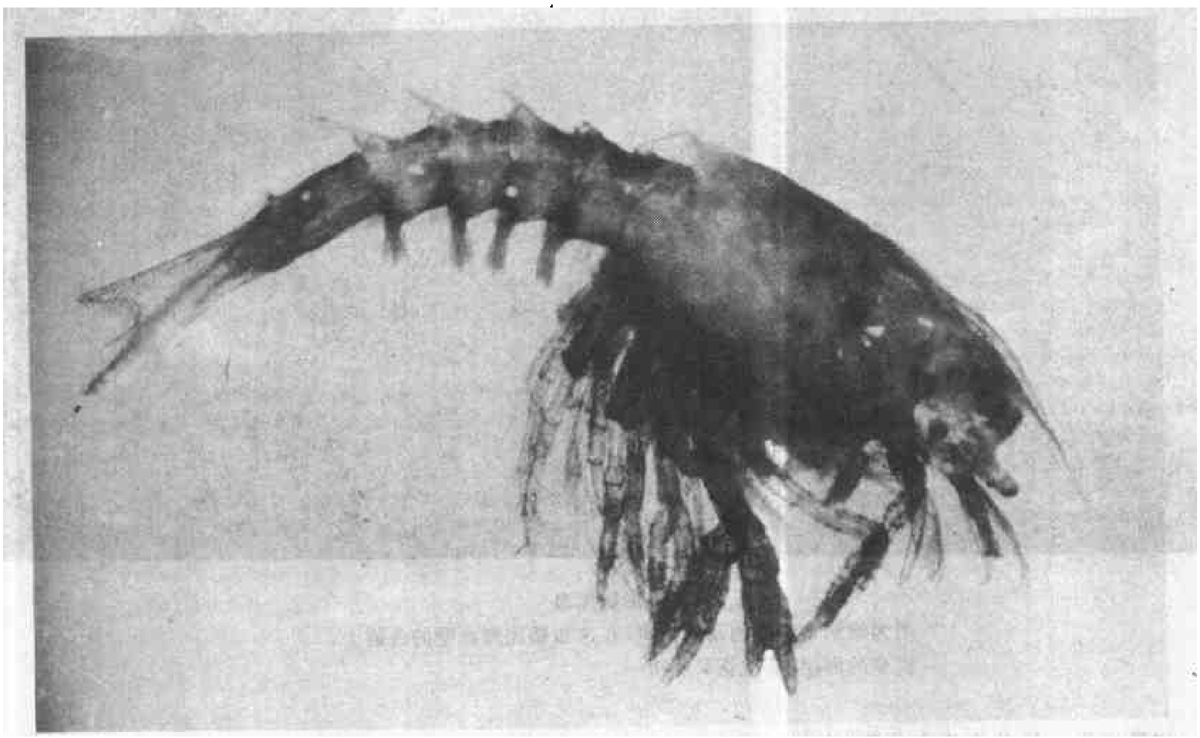


图 这一龙虾幼体已经长成成年龙虾的基本形状。一单个雌龙虾一次可产2—6万个幼体。

加勒比海(CARIBBEAN SEA)

大西洋西部的一个边缘海。西部和南部与中美洲及南美洲相邻,北面和东面以大、小安的列斯群岛为界。其范围定为:从尤卡坦半岛的卡托切角起,按顺时针方向,经尤卡坦海峡到古巴,再到伊斯帕尼奥拉(海地、多米尼加共和国)、波多黎各,经阿内加达海峡到小安的列斯,并沿这些群岛的外缘到委内瑞拉的巴亚角的连线为界。尤卡坦海峡峡口的连线是加勒比海与墨西哥湾的分界线。加勒比海东西长约2735公里,南北宽在805—1287公里之间,总面积为275.4万平方公里,容积为686万立方公里,平均水深为2491米。现在所知的最大水深为7100米,位于开曼海沟。

中、南美洲的锯齿形弯曲岸线,把本海区分成几个主要水域:危地马拉和洪都拉斯沿岸外方的洪都拉斯湾;巴拿马近岸的莫斯基托湾;巴拿马科隆附近的巴拿马运河;巴拿马和哥伦比亚边境的达连湾;委内瑞拉北部马拉开波湖口外的委内瑞拉湾;以及委内瑞拉和特立尼达岛之间的帕里亚湾。中美的多数河流都流入加勒比海,但南美的大部分河流都汇合于奥里诺科河,并于西班牙港的正南流入大西洋。加勒比海的主要进出口是尤卡坦与古巴之间的尤卡坦海峡、古巴与伊斯帕尼奥拉之间的向风海峡、伊斯帕尼奥拉与波多黎之间的莫纳海峡、维尔京群岛与马丁海峡之间的阿内加达海峡、以及多米尼加岛以北的多米尼加海峡。各个海峡的水深都在1000米以深。

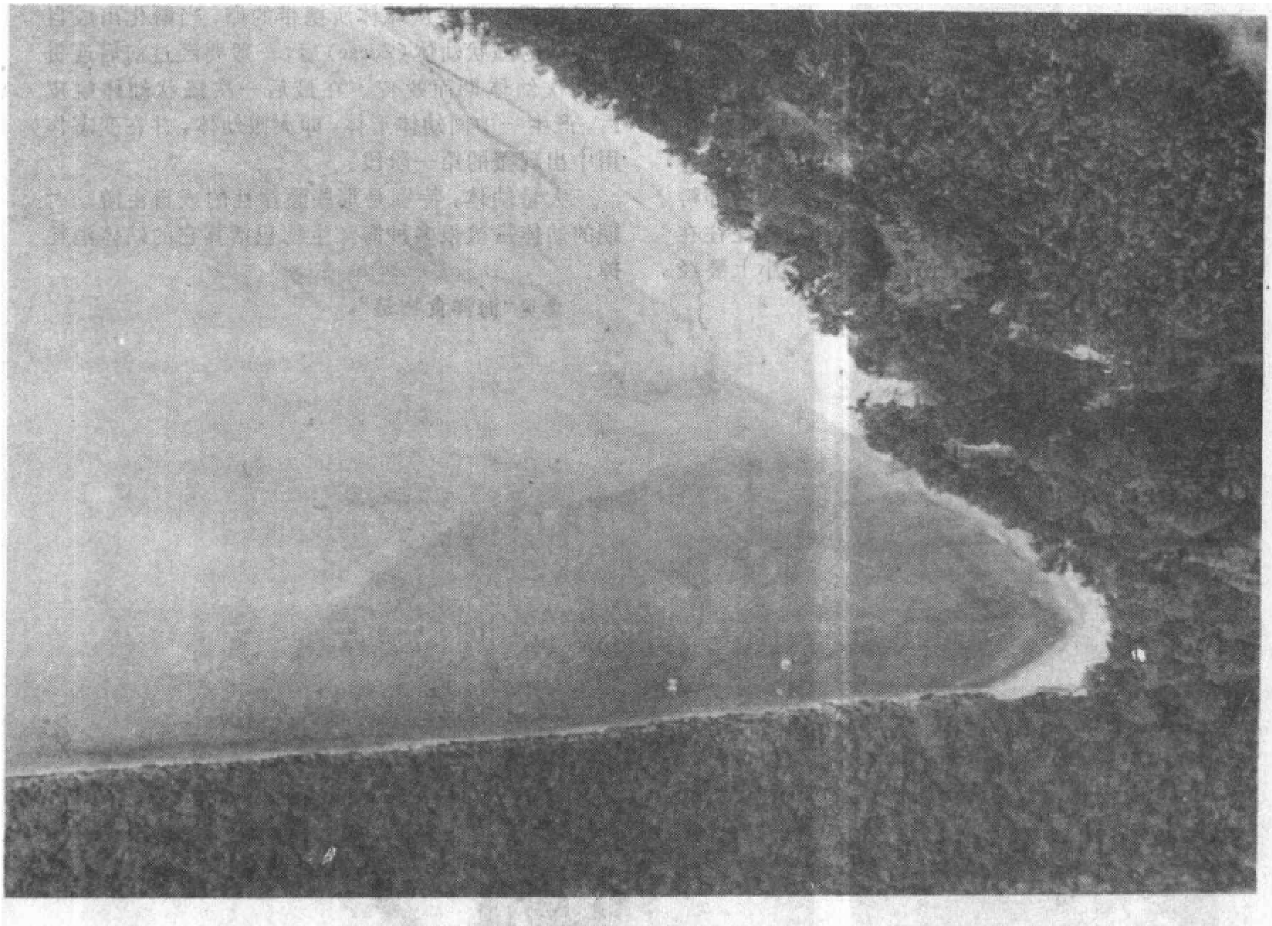


图 加勒比海

图为维尔京群岛的汤姆斯湾,在这加勒比海典型的岛屿上,狭窄的海岸,植被苍翠茂密

加勒比海盆被若干海脊分隔,使之海盆与海沟成交错分布。最北的尤卡坦海盆,水深约为5000米,北以220公里宽的尤卡坦海峡为界,南有开曼海脊与开曼海沟分隔开。该海脊从古巴直达中美近岸,其东部露出海面的就是开曼群岛。开曼海沟相当狭窄,加勒比海的最大水深(7100米)就在这里。再往南,有较宽的楔形尼加拉瓜海隆,把海沟与哥伦比亚海盆分开,牙买加岛就在此海隆之上。哥伦比亚海盆深达3666米,与委内瑞拉海盆相连接,再往东就是北委内瑞拉海沟。但从伊斯帕尼奥拉往西,有贝阿塔海脊把哥伦比亚海盆与委内瑞拉海盆分开。委内瑞拉海盆水深为5058米,与狭窄而又弯曲的阿韦斯海隆相邻接。在阿韦斯海隆与小安的列斯

岛弧之间有格拉纳达海槽。

关于这种复杂构造的成因，已争论了好久，尚未得出明确结论。但人们认为有一种较大的可能是加勒比海盆属大洋性的，并辅以隆起、火山活动的作用和沉积物的流入，最后，将被四周的陆地合并，逐渐变成为大陆。

加勒比海的环流源于圭亚那海流，从小安的列斯群岛中间的水道向北流入。表层海流的流径随地形而蜿蜒弯曲，通过尤卡坦海峡后，流入墨西哥湾。深层流受海脊、海盆构造以及岛链间很浅的海峡的限制颇大。加勒比海的表层水温，夏季约为28℃，冬季约为25℃。由于蒸发的原因，表层盐度为36×10^{-3}。

加勒比海流(CARIBBEAN CURRENT)

一支流速较快的暖流，它通过加勒比海流向西北，加勒比海流起源于北赤道流[参见 "赤道流系"]和南部的圭亚那海流。该海流经圣卢西亚岛附近的海峡流入加勒比海，再穿过尤卡坦海峡流进墨西哥湾，并从此再向东形成佛罗里达海流。加勒比海流的流速为0.8节左右，输运的水量约为30×10^6米^3/秒。

加那利海流(CANARY CURRENT)

是北大西洋环流的一部分，是北大西洋海流的延伸部分。加那利海流沿欧洲和非洲海岸向南流动，在加那利群岛和佛得角群岛之间为一支，经佛得角群岛附近后分为两支，一支流向西，成为北赤道流(赤道流系)，另一支流向东南，汇入几内亚海流。加那利海流的流速在0.2节左右，输送水量为160×10^6米^3/秒。这个比较冷的海流对于改变欧洲和非洲沿岸地区的气候起着非常重要的作用。在某种意义上，它类似于加利福尼亚海流，使得西班牙和葡萄牙沿岸产生海雾[参见 "科里奥利效应"]。

加利福尼亚湾(GULF OF CALIFORNIA)

是太平洋的一个狭长海湾，位于下加利福尼亚半岛和墨西哥大陆的索诺拉州之间。第一个发现该湾的欧洲人是N. 戴古兹曼，发现于1532年的一次航行中。1536年，H. 科尔特斯曾在该湾航行过，因而，曾称之为科尔特斯海。1539年，F. 戴尼托亚在该海域考察时，把它取名为弗米利恩海(Vermilion Sea)(因与红海颇相似，浮游生物的旺盛繁殖而被染成红色)。加利福尼亚湾长约1126公里，宽度各处不等，约从48到241公里。总面积为17.7万平方公里，容积为14.5万立方公里，平均水深为818米。

科学家们认为，加利福尼亚湾的形成与大陆漂移有关，尤其是太平洋洋底与北美大陆之间的相互作用。有证据可以证明，它是与其西岸的断层和断裂复体密切相联系着，其中圣安德烈斯断层是众所周知的。约2500万年前，下加利福尼亚大概紧贴着

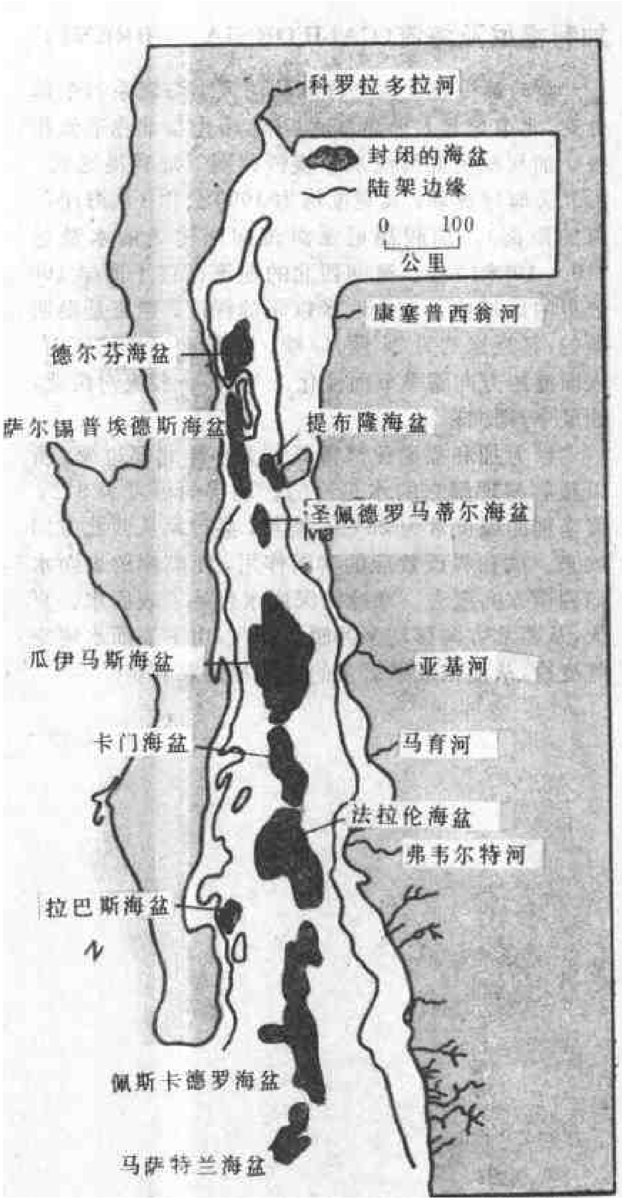


图 加利福尼亚湾

墨西哥大陆。后来，到300万年前，当该半岛向西北移动(这一过程仍在继续)时，才开始出现加利福尼亚湾。半岛从大陆离开，使湾的海底产生拉力裂隙，裂隙内被填有熔岩。这些东北一西南走向的断裂带，可能与今日的几个海盆有关，使海盆的轴向与断裂带走向颇相近。

加利福尼亚湾的海水环流，主要受盛行风的控制。冬季，风从北来，使表层海水往外流，而富营养盐类的太平洋水从深层流入，以作补偿。夏季，转为南风，表层水从太平洋流入湾内，使深层水往外流。表层水温，夏季为30℃，冬季为16℃。水温适宜，营养盐丰富，因而海洋生物丰富。浮游生物，这一食物链的基本环节极为旺盛。鱼类种群(包括竞技鱼类)非常多。在加利福尼亚东岸、牡蛎滩和海绵水产业到处可见。

加利福尼亚海流(CALIFORNIA CURRENT)

顺时针围绕北太平洋海盆的风生海流系的东部分支，北边与北太平洋海流相联，南边与北赤道流相接。加利福尼亚海流从华盛顿州到下加利福尼亚，沿北美海岸流动，其宽度均为1000公里(从海岸向海的距离)。加利福尼亚海流向南输送的水量达110×10^6米^3/秒。流向西北的逆流存在于离岸100公里的区域内。在150米以下的深度，逆流是很明显的，其流速约为25厘米/秒。在靠近海岸区域内，表面流的方向随季节而变化。冬季，一般流向西北，而夏季，则向东南。

因为加利福尼亚海流经过太平洋北部边缘，所以很容易理解它的水是冷的。北部的温度为9℃，而南部的温度常为26℃。整年，盛行风从西北方向吹来。风和科氏效应的共同作用，使离岸的表面水向西南方向流去。寒冷的深层水代替了表面水。夏天，从西北方向移动来的暖湿空气，由于表面水使空气变冷，从而构成了著名的加利福尼亚雾。

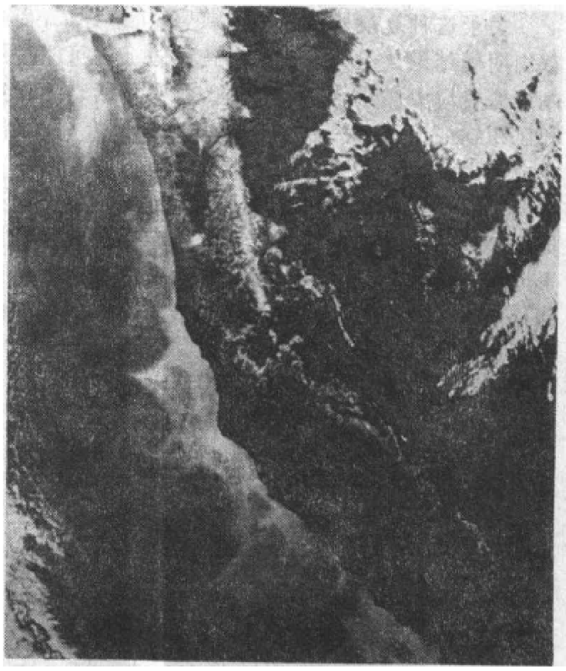


图　加利福尼亚海流。卫星红外照片表明，近海的加利福尼亚海流和沿岸水的不规则的混合。亮区表示10℃的沿岸水，暗区表示海流温度为20℃

6 画

冰山(ICEBERG)

见"海冰"。

冰缘湾,新月湾(BIGHT)

见"大洋"。

污损(FOULING)

污损这个术语通常是用于表示各种海洋生物在船体和船的其它水下部件以及在海洋中的设备上的附着现象。海洋附着物的附着及生长(瑞典植物学家C. 林尼厄斯将其称作"灾难性的船阻物")对船舶来说危害特别大,因为它能阻碍船的有效作业[参见 "林尼厄斯,C."]。据估计,污损生物每年使世界海运费损失5亿美元以上。

关于这个问题的文字记载以及如何对付它的问题,可以追溯至公元前五世纪,例如在当时,腓尼基人每一二年就把他们的船从水中拖出,用锤子敲去藤壶后再放回水中。在古代,一艘船在其船底被附着300吨以上的海洋生长物也不罕见。根据记录,目前有些商船在2个月内船底即能堆集200吨藤壶。海水中的其它设施,例如围绕海水进水口的滤网、海上养殖场的栅栏、岸外平台的构件、浮标、平台的阶梯等都可能由于污损生物的额外重量而超重。

在本身能附着于船体和水下设施的所有污损生物中,最典型的就是藤壶。作为一类甲壳动物,它们耐受海水温度和深度的范围较宽,而某些藤壶在深处能更大量地生长。

但污损船体的生物不仅有藤壶,还有各种水螅虫、藻类、钙质蠕虫和海鞘。在幼体期,它们当中的动物是自游体。船停在港口时它们就附着于船体上,除非由于船舶航行因摩擦作用而使其分离,否则它们就停留在船的适当位置上生长[参见 "幼虫"]。

当放在海水中的一清洁表面被死去有机物的一层粘液膜所覆盖时,污损过程随即开始。这种覆盖层在表面浸入海水的几分钟或几小时内形成。在真菌和藻类的能动孢子和再生细胞发生固定和生长之后不久,所产生的活体膜通过对其他生物(例如藤壶和贻贝的幼体)提供大量的表面将直接(例如在泌酸菌的情况下)或间接损坏物体的表面[参见 "真菌"]。变态后这些幼体就生长变大。

每年对码头、突堤、渡轮和其它全部或部分用木材建造的港口设施所造成的破坏作用,大部分与三种海洋生物有关,这三种生物是船蛆科、海蛆科和蛀木水虱科。破坏作用最大的是蛀木水虱科,蛀木虫或蛀船虫能引起大量海洋设施的损坏。海洋钻蛀虫曾持久地破坏着印度洋约2120米深处的铅护套。这种钻蛀虫可生长到1.2米以上的长度,而直径不到2.54厘米。海洋学研究证明,它们对水中的盐度、温度、食物供应、海流作用、污染、溶解氧浓度、pH以及溶解态硫化氢(H_2S)的含量是敏感的,但程度不同。

对现代船舶防止污损的一种有效方法是应用有毒涂料。这种含铜、锡、铅或汞离子的涂料或塑料涂层,能在海洋生物的幼体阶段将其毒死。

由于涂料的改进,大型现代船舶可在海水中停留两年以上,不因污损而减少速度或增加燃料消耗,相比之下,在第二次世界大战前只能满意运转6个月左右。把铜添加物和有毒的含砷化合物与杂酚油配合起来,也是木材的优良防腐剂。也采用过1—2毫米厚的塑料片保护层。

尽管已取得上述这些值得称赞的进展,但对污损的控制,有毒化合物对环境的影响,以及材料的腐蚀(其常由微生物污损所引起)等仍是人们关心的重要问题。因此可以说,实际防污的方法必须对下述问题获得更多的认识为依据,即目前所用涂料或涂层的毒性效应、各种生物(特别是损害热带港口中船舶的生物)的地理分布、生活史以及生理和特征。

污染作用(POLLUTION)

见"海洋污染"。

安达曼海(ANDAMAN SEA)

也称为缅甸海,在印度洋的东北角,位于缅甸、苏门答腊和马来半岛海岸的外面。西面是孟加拉湾;苏门答腊与马来西亚之间的马六甲海峡在它的南面。安达曼海的正式边界线,北起缅甸的内格雷斯角,向南穿过安达曼群岛和尼科巴群岛,直至苏门答腊的拉贾岛。苏门答腊的佩德罗角(Pedropunt)与马来半岛上莱姆沃兰(Lem Voalan)之间的连线将安达曼海与马六甲海峡分开。安达曼海的面积6.02万平方公里,容积66万立方公里,平均深度1096米,最大深度4180米。缅甸的伊洛瓦底江和萨尔温江由北向南流入安达曼海,它们的入海口位于马达班湾的两侧。

安达曼-尼科巴海岭在缅甸和苏门答腊的突出端之间形成了一条优美的曲线。有几个地方高出水

面，形成了安达曼群岛和尼科巴群岛。这两个群岛都属印度所有，总面积 8293 平方公里，人口总数为 148 000 人。安达曼群岛上的土著居民是身材矮小的黑人，而尼科巴群岛上的居民却属于缅甸人和马来西亚人的混血人种。安达曼群岛主要包括北安达曼岛、中安达曼岛、南安达曼岛和小安达曼岛。尼科巴群岛主要包括卡尔 - 尼科巴岛、小尼科巴岛和大尼科巴岛。由于安达曼海的东南面与具有战略意义的、沟通印度洋和太平洋的马六甲海峡相连，因而安达曼海也是世界上主要的海上通路之一。经过安达曼 - 尼科巴海岭的海上通路有：靠近伊洛瓦底 - 萨尔温三角洲边缘的北普雷帕里斯海峡、南普雷帕里斯海峡，水深约 200 米；安达曼群岛和尼科巴群岛之间的十度海峡，水深约 800 米。此外还有大尼科巴岛南部的格雷特海峡，水深 1800 米。

安达曼海的大陆架可以看作是大巽他陆架通过马六甲海峡向东南方向的延伸。陆架延伸到马来半岛和缅甸海岸，成为墨吉台地，最后在伊洛瓦底 - 萨尔温三角洲终止。大陆架上的沉积物有细沙、淤泥和粘土。细沙来源于由石英岩构成的丹老群岛，该岛位于缅甸近海。这些沉积物都是被伊洛瓦底江和萨尔温江两大水系从陆上带到海里的。仅伊洛瓦底江每年从陆上带到海里的泥沙就有 40 亿吨之多，它的三角洲每世纪以 5 公里的速度向海里推进，三角洲沉积厚度估计约有 3000 米。由于海底分布着纵横交错的狭谷和海沟，在沉积搬运的作用下，陆架上的沉积物又被带到和充填在陆架与安达曼 - 尼科巴海岭之间的深海盆中。

安达曼海的深海盆与海底山脉和活火山群的内弧相交，巴伦岛和纳康达姆岛就是这条弧的一部分。海盆边缘的深度有 4180 米，海盆上覆盖着大陆架上输送来的沙子、淤泥、粘土等。由于北方的河流不断地将大量泥沙及其它物质带到海里，充填到海盆中，因而海盆北部的充填速度比较快。

安达曼海由于地处赤道与北纬 15 度之间的热带，所以表面海水温度的季节性变化非常小，其变化范围在 28—30℃之间，温差只有 2℃左右。海水循环受到季风和一支流入马六甲海峡的海流的强烈影响。春、夏季，由西南季风所产生的一支海流从孟加拉湾流入安达曼海；而在秋、冬季、由于反方向季风的影响，所生成的反方向的海流又流向西南。在西南季风期（雨季），大量的淡水通过伊洛瓦底江和萨尔温江两大水系涌入安达曼海，使得北部海域的海水盐度下降到 20ppt 左右，而南部海域同期的海水盐度却仍保持在 33.5ppt 左右。

安的列斯海流（ANTILLES CURRENT）

北赤道流的北部分支[参见 “赤道流系”]。它携带着马尾藻海的海水，流经大安的列斯群岛北侧。安的列斯海流最终在巴哈马岛附近与北部的佛罗里达海流汇合。在哈特勒斯角附近，这些海流汇合马尾藻海的水体一起形成湾流。

光合作用（PHOTOSYNTHESIS）

蕴藏在阳光可见部分的电磁能，在色素叶绿素的作用下，转变为绿色植物在合成它们的食品物料时所需的化学能，这一转变过程称为光合作用。

二氧化碳气体是人类，动物，燃烧过程等的副产品；水是以蒸气形态存在于空气中，大量呈液状，日光是这一反应的能源；植物中产生的糖转变成植物中的淀粉或脂肪。由添加氮，植物才能产生蛋白质。作为植物的副产品的氧对人类和动物是必需的，对燃烧也是必需的。简化的光合作用公式可以下式表示之：

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{叶绿素}]{\text{光}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + \text{能量}$$

或

二氧化碳＋水＋日光和叶绿素＝糖＋氧＋能量

虽然在植物中有功能方面差异，但一般来说，这一过程的趋动力是光的吸收。能量是贮藏在缩合的有机化合物结构中，这种缩合的有机化合物是由周围环境中的二氧化碳形成的。在光能吸收作用，光能的转变为化学能以及稳定的产品的形成过程中涉及约有 100 个或 100 个以上步骤。有一些步骤发生在光吸收的微秒之内。反应需要高度的组织，最后导向二氧化碳缩合成碳水化合物，和水氧化成氧。

在全世界海洋中，在 80 米以下只有少量光能透入。因此，由海藻类或小的海洋植物（浮游植物）进行的光合作用主要是在海洋的上层或透光层，那里可以得到阳光，但是有些红藻可在非常暗淡的光线下制造食物。

在地球上，植物的进化无疑是为呼吸氧的动物开辟了道路。而植物的进化则是利用光合作用的过程从二氧化碳和水产生氧和有机化合物。借助于调节空气中氧和二氧化碳的含量，光合作用有助于保持地球表面温度在较狭小的范围内变化，因为二氧化碳能阻止热量从地球散失到外界空间去。

浮游植物的光合作用构成了产生海洋生物材料的第一个且是最枢要的步骤。原始的海洋动物以这些植物或其它摄食植物的动物为生。在这一食物链中较大的动物则摄取较小的动物为主。

亚速海（AZOV，SEA OF）

见“内陆海”。

亚氏提灯（ARISTOTLE'S LANTERN）

见“海胆”。

亚速尔 - 百慕大高压（AZORES-BERMUDA HIGH）

见“飓风”。

共生(COMMENSALISM)

参见 “互惠共生”;“虾”;“共生”。

共生(SYMBIOSIS)

两种生物(植物或动物)生活在一起,对其中之一,或互相有利。如果在自然条件下,其中一个成员不能离开另一个生活,这种关系称之为互惠共生(*mutualism*)。互惠共生最普通的例子是藻和真菌实际上结合形成的地衣,这种有硬皮的灰绿色植物,见于岩石和树上[参见 “真菌”]。另一种形式的共生是共栖(*commensalism*)。其间的安排是一个成员受益而不损害另一个成员。共栖现象在世界各海洋中非常普遍,海绵、贝类和掘穴虫类几乎无一例外地供养着其它生物。

百慕大三角(BERMUDA TRIANGLE)

见“神话与传奇”。

西风漂流(WEST WIND DRIFT CURRENT)

见“南极绕极流”。

西加鱼毒(CIGUATERA)

见“鲟”;“啮龟”;“有毒的海洋生物”。

西巴尔德鳁鲸(SIBBALD'S RORQUAL)

有时用于据知有史以来最大的活的动物蓝鲸(*Balaenoptera musculus*)的名字。这种鲸也叫做“硫黄腹鲸”(sulfur-bottom),因为在这种巨大的动物(30米长,重160吨)的下面长满大量带黄色的硅藻。

地衣(LICHENS or LICHENES)

一类约有18 000种由生长在一起的藻类和真菌形成的植物名称,这种联合对双方都有利[参见“真菌”]。

地衣广泛分布于世界各地,从热带到两极地区。海洋地衣(例如黑色的*Verrucaria maura*),包裹着世界海洋中的海岸环境,它们是由单细胞藻类和多细胞的真菌组成的,两者紧密地相互依靠地生存在一起。在两者的关系中,藻类是光合作用者(由光合作用生产食物),而真菌则从它们所附着的基质提供水和矿物质元素。

参见 “共生”。

地中海(MEDITERRANEAN SEA)

处在欧、非、亚三大陆海岸的怀抱中的近似内陆海,从西面的直布罗陀海峡(仅21公里宽),一直延伸到东面的达达尼尔海峡(仅1.6公里宽)。东南面还有苏伊士运河(约91米宽),也是一个小出口。地中海可分成东西两个海盆,由西西里海峡(宽124公里)和墨西拿海峡(宽2.7公里)连在一起。每个海盆又分为许多海域。西海盆有:阿尔沃兰海,在阿尔沃兰岛所在经线(西经3°00′)以西;巴利阿里或伊比利亚海,位于巴利阿里群岛与西班牙海岸之间;利古里亚海,位于科西嘉岛与意大利的利古里亚海岸之间;以及第勒尼安海,处于意大利海岸、西西里、撒丁和科西嘉之间。东海盆有:爱奥尼亚海,位于希腊南端、西西里和意大利靴后跟这三角锥之间;亚德里亚海位于爱奥尼亚海之北,意大利和南斯拉夫之间;爱琴海,介于希腊和土耳其之间;马尔马拉海,位于达达尼尔海峡和博斯普鲁斯海峡之间。这两海盆的主要岛屿有:塞浦路斯、克里特岛、西西里、撒丁、科西嘉和巴利阿里群岛。地中海的总面积为251.6万平方公里,容积为375.8万立方公里,平均水深为1494米。西海盆的第勒尼安海最大水深为3719米;东海盆的爱奥尼亚海最大水深为5530米。地中海这个名字来自古罗马人,意思是“陆中之海”。古罗马人也称之为“共有之海”(Mare nostrun),意思是“我们之海”,在第二次世界大战时,意大利人曾恢复了这个名称。

地中海位于干旱地区,这里的蒸发量超过了降水量与江河径流量之和。该海每年的蒸发耗水量为4168立方公里,而降水回收量约仅为其十分之一。要是没有大西洋水从直布罗陀海峡流入的话,大约不到一千年,地中海就会干涸,变成为长3218公里,宽1738公里,深5530米的干透了的大陷坑。至于最近地质年代内的情况如何,推测起来未必确切。约在1500—2000万年前,地中海,包括黑海和里海,都是沟通大西洋、太平洋和印度洋的广阔水道的一部分。约700—800万年前,因造山运动(喀尔巴阡山脉)和欧洲、非洲与亚洲之间的结构适应,地中海发生了崩裂。结果,被割裂出去的海盆,变成了沙漠。虽法国的罗纳河、埃及的尼罗河仍有淡水流入,但由于蒸发,一滴水也难以存储。

分布于地中海海底的许多盐丘,以及在未固结的现代沉积物下面(即海底的305米深下面)的坚硬蒸发盐层,就是当时地中海干燥脱水的证据。这些盐丘的形成过程是这样的,地中海的海水由于不断蒸发,浓度越来越大,以致沉淀了好几百英尺(1英尺=0.3米)厚的盐床,在深层的盐层受到挤压,就涌升到上层的沉积物中,即成为盐丘。此外,千百万年来,一直流入地中海的罗纳河和尼罗河等河流也提供了证据。当海盆内水位下降时,水位越低,河流切割于河谷就越深。根据钻井和地震剖面资料表明,覆盖在罗纳河谷上的现代沉积物要比后来覆盖上的沉积物深915米。同样的证据表明,尼罗河把固态的花岗岩河谷切割到约相当于在现有海平面下213米的深度。

约550万年前,一次结构适应运动,把直布罗陀海峡崩裂开来,并产生了一个大瀑布,其大小约相当于尼亚加拉瀑布的100倍。以此速度计算,需要100年,才能把巨大的地中海海盆灌满到现有的水

位。

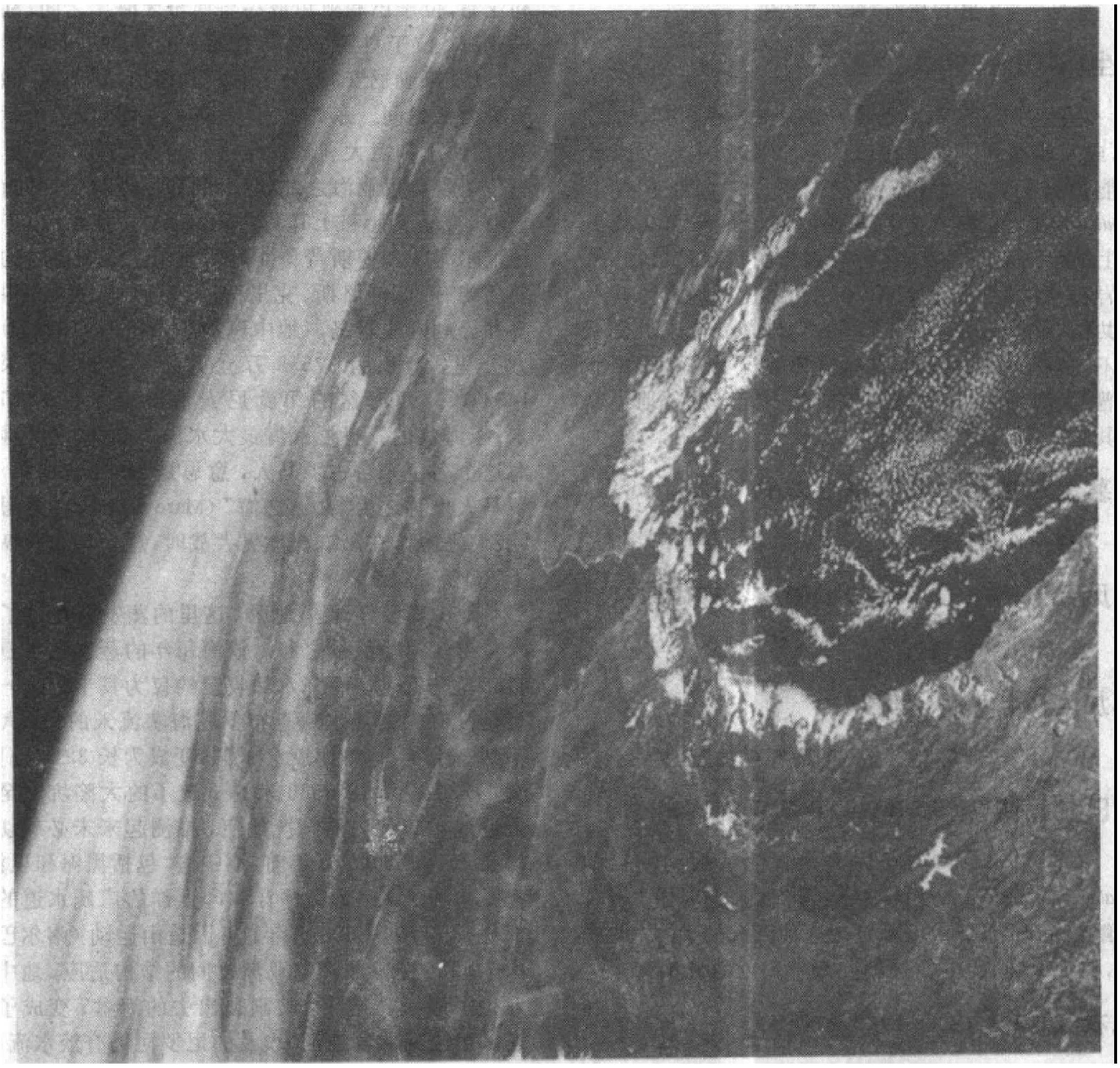


图　在这张卫星照片的正中央，直布罗陀海峡清晰可见，地中海位于右侧，有薄云遮盖着，大部云的活动都集中在太阳海岸一带

地中海的陆架只是得到中等程度的发育，平均宽度约为40公里。陆架陡峭地向深海盆倾斜，并多次被海底峡谷所切割。几个大的冲积扇，尤其是罗纳与尼罗冲积扇，一直伸展到深海盆，其表层被一些扇形峡谷[参见　“海底峡谷”]所切割。沿着峡谷，沉积物可被搬运到深海平原里。这些覆盖层的沉积物，由动植物的钙质碎屑、火山岩屑以及由风和河流带来的粘土和沙组成。东海盆的沉积物都是黑色泥。这表明于末次冰期，东海盆完全位于最低水位以下，底部的海水可能是停滞不动的水[参见　“黑海”]。东海盆还有一个很大的不同点，就是继续处于调整应力的状态。西海盆则颇似大洋，有好几个深海平原，其中以巴利阿里深海平原为最大。地中海海盆被地中海海脊分隔开来，此海脊从意大利靴底向东伸展。

整个地中海由于蒸发量超过了降水量与江河径流量的总和，表层海水的盐度（38×10^{-3}—39.9×10^{-3}）要比大西洋水高得多。这些高盐水虽然较暖（25℃），但仍较重，从305米深的直布罗陀海峡流出后，就下沉到约1000米深的平衡水层，据发现，此地中海水可流入大西洋几千海里之远。另一方面，更为大量的大西洋水（175×10^{4}米^{3}/秒）从表层流入地中海，作为从地中海流出的表层水的补偿。这些较轻的海水，经蒸发而冷却后，也下沉到较深层。这样循环不息，约需70年才能使整个地中海的水更新一遍。但由于地中海与大西洋之间的海槛太浅，双方的水交换仅限于表层水。因此，地中海是世界上营养盐类最贫乏的大型水域。

夸德(QUAD)

用以表示一百万亿 Btu（10^{15} Btu）的一个名词[参见 “能量”]。

达尔文，C.（DARWIN，CHARLES 1809—1882）

查尔斯·达尔文是英国的一位博物学家。他的主要贡献是海洋生物学研究和进化论。他在有关器官和环境对生物体的影响方面的研究成果引起了博物学研究的一场彻底革命。

达尔文早年曾在剑桥大学和爱丁堡大学受教育。毕业不久，达尔文便欣然参加了“H.M.S. 猎犬”号上“自愿博物学家”的不受报酬的工作，这时，他刚好 21 岁。这艘船在菲茨罗伊船长指挥下于1831—1836 年间进行了一次环球科学考察。这次考察的主要工作是绘制南美洲，特别是其南部的海岸图。在这次航行中，达尔文在地质、植物和生物特征方面做了许多原始的观测。这些工作为现代海洋学的框架打下了基础。

此外，达尔文关于加拉帕戈斯群岛动物区系的研究为著名的达尔文进化论提供了许多基础资料。达尔文的不朽著作《物种起源：通过自然选择或生存斗争中适者保留》一书，在 1859 年出版。这部书具有深远的社会及科学影响。由于达尔文的理论阐释的许多问题直接非难了各种宗教信仰，所以它的科学正确性受到了其他很多人的挑战。然而，当时很有名望的科学家 T.H. 赫胥黎却明确地支持了他。因此，达尔文的思想得到广泛地传播和承认。现代的研究支持和证实了达尔文的总观点，即“生命以最原始的形式开始，并在生存斗争中生物体获得发展和变异，新的形式和种类不断地在创生”。

当达尔文由于他的《物种起源》和《人的遗传》这两部书而名扬四海时，他在地质学、植物学和动物学方面也同样获得了声誉。他在其著作——“关于珊瑚礁，火山岛，地质学观测”的一篇论文中确立了珊瑚礁形成的理论。这种理论直到今天对有关的研究仍具有重要的指导意义[参见 “珊瑚礁”]。达尔文也是首先研究海洋食物链中初级环节——海洋浮游生物，微型植物和动物的科学家之一。他在蔓足类甲壳动物的专题论文中描述了寄生性海洋甲壳动物，其中包括对成熟期阶段贴附在船壳上的藤壶的研究。达尔文的其它重要出版物还有《地质学和博物学研究杂志》和《“猎犬”号航行中的动物学》等。

有孔虫(FORAMINIFERANS)

海洋原生动物的名称[参见 “原生动物”]。有孔虫是以具有一分泌出来的外壳，或壳为特征的，外壳将一个不断在变形的身体包围在壳内。

有孔虫很繁盛，广泛分布在世界海洋的许多水域中。尽管它们在数量上很繁盛，但只有约为 30 个品种是大洋中的。在这 30 个左右的种中，22 个种只在世界上温暖的海洋水域中出现，很少几种是在北极和南极水域中。大多数有孔虫是底栖的，以摄食海底上的或底栖的海藻或其它生物为生。这种类型的生物的栖息是在潮汐带到大洋深处范围之内。

有孔虫以摄食硅藻为主，虽然它们也食用较大的海藻碎片、细菌、其它原生动物和有机物质。食物既可以输送入壳内，也可以通过从身上临时挤压所成的网状体［假足 (Pseudopodia)］在体外消化后，只摄取已溶解的养份。这些假足伸出的距离可以是惊人的，它不仅用来捕获和消化食物，同时也用来作行动和停泊用。

假足是原生质的长而粘滑的线状体，在摄食时假足相互缠绕成如同蜘蛛网。星眼虫属 (*Astrorhiza*) 中的有孔虫，利用假足构成的网可围住一块直径为6—7.1 厘米的区域。这说明此网约大于外壳直径的 10 倍。

有孔虫的直径的变异平均小于 1 毫米，但其变异范围可从 20 微米到 11.9 厘米。

这些生物具有由各种成分组成的外壳，外壳具有浓缩钛的能力。在它们的外壳中，钛的含量比它们栖息的海水中钛含量约大 400 万倍 (4×10^6)。它们早期是在海洋的上部有阳光的水层内渡过的。有孔虫丢弃掉的外壳形成了海底某些区域内的沉积物，特别是在较浅的海域内更为明显。有孔虫中最重要的种类是浮游生物的球房虫属 (*Globigerina*)，它丢弃在海底的外壳构成球房虫软泥 (globigerina ooze)，这种深海沉积物含有 30% 的碳酸钙。所有有孔虫是可钻探石油地层的优异指示物，或作为古代沉积物的古生态学方面的分析工具。它们对地球历史中的海洋学的研究是很有价值的。

有毒的海洋生物 (VENOMOUS MARINE LIFE)

由那些对人类有毒的海洋生物组成。

约 1000 多种广泛分布于几乎所有世界海洋中的海洋生物，它们以不同的方式对人类产生危害。它们从最简单的非细胞组成的原生动物，腰鞭毛虫中的膝沟鞭毛虫 (*Gonyaulax*) 到某种鱼类。有几种腰鞭毛虫，它们是很细小（10 微米到 0.1 厘米）的动物样的生物，广泛分布于整个世界海洋中，在某一时期或某种条件下，含有一种致命的有毒物质。当这样的生物体大量集中在一起时，其毒素就传播给其它海洋生物，因而在这一区域就可能出现这种生物的大量死亡。软体动物和棘皮动物天生以腰鞭毛虫为食，而当被感染的动物本身又被人类所吞食，常会发生麻痹性贝类中毒［参见 “棘皮动物”；“软体动物”］。这种毒素对人类致死的最小口服量被认为要低于 1 毫克。这种中毒的类型几乎是马上使口和唇

周围感觉上起变化，这种变化扩展到颜面、颈和手指、脚指等其它部分。如果在10小时内死亡并未接踵而至，受害者往往可以生存下来。

少数热带海绵被认为对人类是有危险的。这种未查明特征的毒素，是通过这种生物细而尖锐的芒刺传给人的。尽管刺中及随后这种特殊毒素的作用可能是极端不舒服(即，受感染部位灼痛并肿胀，在更严重的病例，接着是恶心和失去知觉)，但他们很少是致命的。

在棘皮动物中，有一类海洋生物，它包括海胆、海星和海参等等，其中大约80种左右，据知是有毒的。某些海胆对人类特别危险。所有这些动物都具有钙质芒刺，有许多带有一种毒素器官包括一个小小的捕捉器称为叉棘(pedicellariae)。这种球形叉棘，装备以握持用的钳形爪，作为毒素器官。一经接触，一根感觉刚毛使一小块肌肉收缩，释放毒素。叉棘的功能是保护海胆。如果一个物体触动了伸出的器官，它马上被抓住并被施以毒素。如果物体是强大的，它能从海胆上挣脱下来，但是叉棘仍抓牢在物体上并在与海胆分离之后继续向物体释放毒素达数小时之久。

人的皮肤被棘刺穿常马上产生一种强烈的灼痛感，此后，在短时间内随着就是红、肿和一种延及全身的疼痛感。肌肉麻痹已有报道，而二次感染可能接着发生。

受到海胆叉棘的螫刺可能产生即刻的痛苦，某些严重的病例，可导致死亡。螫刺产生强烈的反射疼痛、昏厥、肌肉麻痹、失语和呼吸困难。

尽管知道它对哺乳动物的心脏有直接作用，使有规则的动脉血压降低，但关于这种海胆毒素的组成和化学性质至今还知道得不多。

章鱼可用其强有力的鹦鹉样的喙给予有毒的咬伤。它有一个发育良好的毒素器官。这种毒素也会妨碍受害者伤口流血过多的凝结。咬痕由两个小切痕伤口构成，因特殊的种类大小不同而不同。一种灼痛感伴随着限于局部的不舒服，可能随后从咬伤处扩展开来。红肿一般在邻近区域发展。尽管恢复是完全肯定的，但来自一种小的变种叫做斑点软蓬蛸(*Hapalochlaina maculosa*)的咬伤曾发生过死亡事故。

大约有10万种软体动物，其中大约85种已验明与人类中毒有关。贝类中毒，芋螺属的腹足类的螫刺可以致死。芋螺的刺痛是由一种毒素引起的。这种毒素由这种在壳内的动物用细小而中空的倒刺注人受害者的体内。伤口的麻木或灼痛马上发生，随着一种刺痛感，特别是在口和唇周围。麻痹和昏迷可能随之而来，由于心脏衰竭的原因，死亡可能随时发生。

已知大约500种左右的海洋鱼类，如果被食用或如果与某些鱼用以自卫的有毒的棘刺接触，对人类都是有毒的。

由于吃这些种类的某些肉或肝引起中毒的类型常称之为肉毒鱼类毒素(或雪卡毒素)(ciguatera)，河鲀毒素(tetradon)和鲭毒素(scombroid)。肉毒鱼类毒素类型中毒是最普遍的，它往往是在吃了某种，大多是肉食性的，不洄游的，和底栖的鱼类之后发生的。如横带马鲛(Barracuda)，九棘鲈(Grouper)，刺纹鼻鱼(Surgeon fish)，鹦嘴鱼(Parrot fish)，鲹科鱼类(jacks)，伸口鱼(wrasse)和其它种鱼类。不过，这300种已涉嫌于常使人类致命的雪卡毒素中毒的鱼中的某些鱼类具有仅在一定时期才具有毒素的组织。另一方面，某些鱼类一直在所有时间都是有毒的。河鲀毒素中毒经常是致命的，并常由于食用如鲀科鱼类和翻车鲀以及约100多种其它鱼类而造成的。鲭毒素中毒并不严重，有时是由于食用了保存不当的鲭鱼和金枪鱼所致。

一些鲉科鱼类，海鲶和魟科鱼类是带有有毒棘刺的鱼类。鲉是这些鱼类中最致命的。它们是也包括毒鲉(*Synancea*)在内的一科鱼类。任何这种鱼类的棘的螫刺都可能致死或引起非常严重的后果。经几个月的治疗而从麻痹和其它效应中恢复过来的受害者，其健康往往受到一定的损害。

所有海蛇对人类都是致命的。它们与眼镜蛇亲缘很近。在菲律宾和世界各海洋的其它地区，特别是在热带，渔民当中的死亡事故很普遍。

少数刺胞动物(腔肠动物)，如水母、海葵和珊瑚利用一些叫做刺细胞(namatocyst)的螫刺体能够对人类产生非常严重的伤害。致死和麻痹效果的产生是由于在毒素中存在能影响神经系统的一种低分子量蛋白质物质。最毒的是澳大利亚海黄蜂(*Chironex fleckeri*)(一种箱水母)；据知来自它的15个触手任何一个的螫刺都能在几分钟内使一个人丧生。

尤其是澳大利亚、昆士兰周围海滩经常受到这种有毒水母大规模的入侵，因此，更多的死亡是由这种动物引起的，而不是归因于该地区臭名昭著的噬人鲨。

压力(PRESSURE)

见 “流体静压”。

列岛平原(ARCHIPELAGIC PLAIN)

见 “深海平原”。

回声测深仪(ECHO SOUNDER)

一个声呐类型的设备，有时也称作超声深度测量仪。回声测深仪用于测量海洋的深度和水下目标的位置。它利用换能器垂直向下发射声脉冲，然后用电子学的方法测量脉冲由海底反射回来的时间。

参见 “海洋仪器”，“水声”。

回声测深仪(FATHOMETER)

见 “水声”。

吸附作用(ADSORPTION)

一种物质在其表面上从与其接触的另一物质中截留或富集一种或多种组份的性质。吸附作用是固体和液体的一种基本的物理化学性质。吸附作用在胶体体系中最为重要[参见 "胶体"]。在这样的体系中，颗粒的粒径很小，但颗粒物的总表面积却很大，因而能形成许多的吸附位置。海洋中的许多生命过程都与吸附作用有关。

企鹅(PENGUINS)

南半球单独的目，即企鹅目(Sphenisiformes)，是不作飞行的海洋鸟类的统称。这一目只有一个企鹅科(Spheniscidae)，6 个属，即皇帝企鹅属(*Aptenodytes*)，阿德里企鹅属(*Pygoscelis*)，冠企鹅属(*Eudyptes*)，黄眼企鹅属(*Megadyptes*)，白翅企鹅属(*Eudyptula*)和企鹅属(*Sphenicus*)，大约有 18 个种。



图 1 南极的阿德里企鹅(Adélie penguins)聚集在企鹅群栖处，据估计，南极和亚南极地区海鸟群体约有 1.88 亿只，总的生物数量为 53 万 1 千吨。人们认为，企鹅构成南极类族中的 65%，占整个南极地区生物量的 90%以上。在这一地区，企鹅每年要消耗 3300 万吨食物

企鹅善于游泳和潜水，它们用桨状的翅膀作为游泳肢，短的尾巴和蹼状的足作为舵，用来在洋面上或水下向前推进。在岸上，它们的行为是奇怪的，它们能快速步行。企鹅中的大多数种主要摄食浮游动物，特别是磷虾，但也有少数种集中捕食鱼或柔鱼。通常，企鹅集合成大群或群体筑巢。企鹅是一夫一妻制并终身成配偶，而且雄性企鹅积极参加养育幼小企鹅。在企鹅繁殖的场所，研究企鹅是容易的，因而对它们繁殖方面的习性，生物学家已经相当了解。企鹅蛋的数目是 1—3 个。企鹅高度适应南极和亚南极地区的环境，在这些区域中，企鹅有七个品种，其中三个品种主要限于在流冰群区域内。这些品种在南极鸟类(企鹅、塘鹅和海燕)群体中约占 87%，在亚南极区域中约占 53%。

皇帝企鹅属只出现在南极，该属包括两个最大的品种，即皇帝企鹅(*Aptenodytes forsteri*)和王企鹅(*A. patagonica*)。王企鹅高达 1 米，重 13.6—18.1 公斤，而皇帝企鹅体重两倍于王企鹅，站立时高约 1.2 米。

阿德里企鹅是出现在南极地区的另一个属。在这一属中包括阿德里企鹅(*Pygoscelis adeliae*)和巴布亚企鹅(*P. papua*)。两种企鹅皆高约 60.9 厘米。

冠企鹅出现在新西兰和亚南极，也有七个品种，其中著名的品种有冠企鹅(*Eudyptes crestatus*)，金冠企鹅(*E. chrysolophus*)和峡湾企鹅(*E. pachyrhynchus*)。它们是中等大小的海鸟，高约 30.5—60 厘米。

黄眼企鹅的唯一品种是黄眼企鹅(*Megadyptes*

antipodes)，这种企鹅栖息在新西兰。

白翅企鹅属是以一些小的新西兰品种为特点。例如小企鹅（*Eudyptula minor*）和白翅企鹅（*E. albosignata*）。

企鹅属是由中等大小的品种组成，例如出现于南美洲的洪堡企鹅（*Spheniscus humboldti*）与麦哲伦企鹅（*S. magellanicus*）。好望角企鹅（*S. demersus*）生长在南非西海岸。加拉帕戈斯企鹅（*S. mendiculus*）是只限于热带的唯一品种。

参见 “海洋鸟类”。

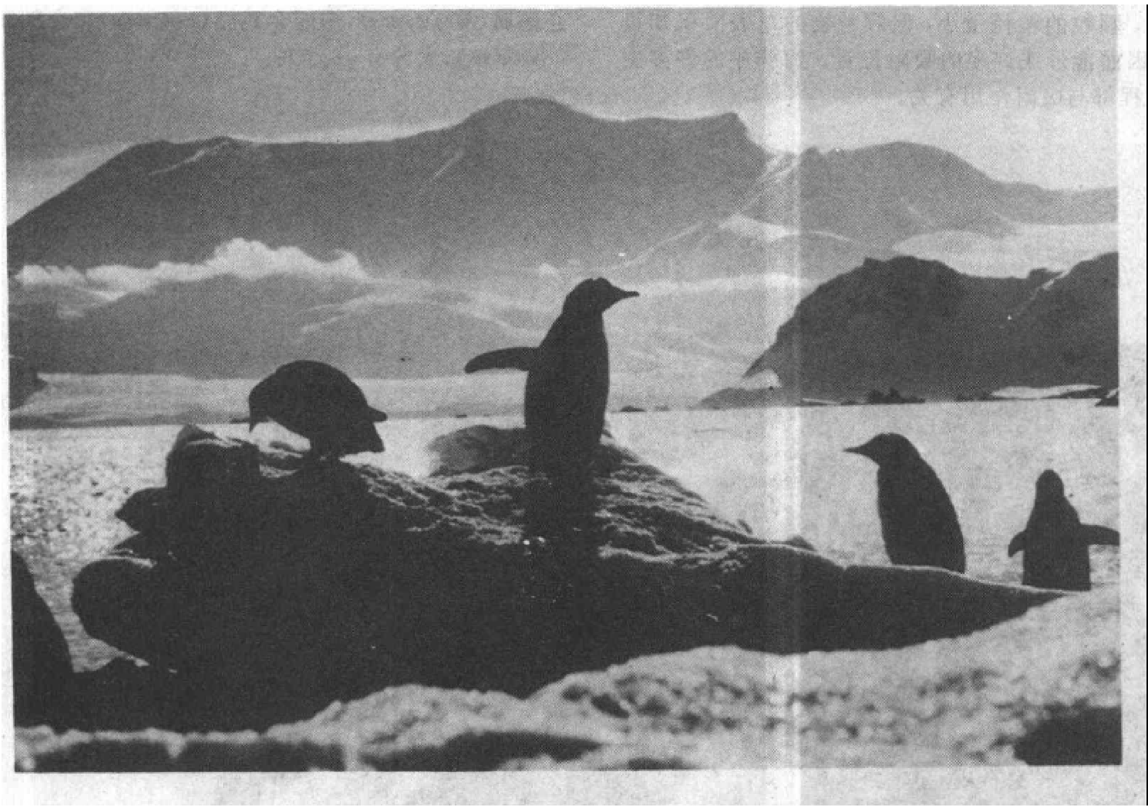


图 2　巴布亚企鹅在背景所示的安特卫普岛附近爬过冰堆。在草丛中筑巢的巴布亚企鹅出现在南极及南极岛屿区域

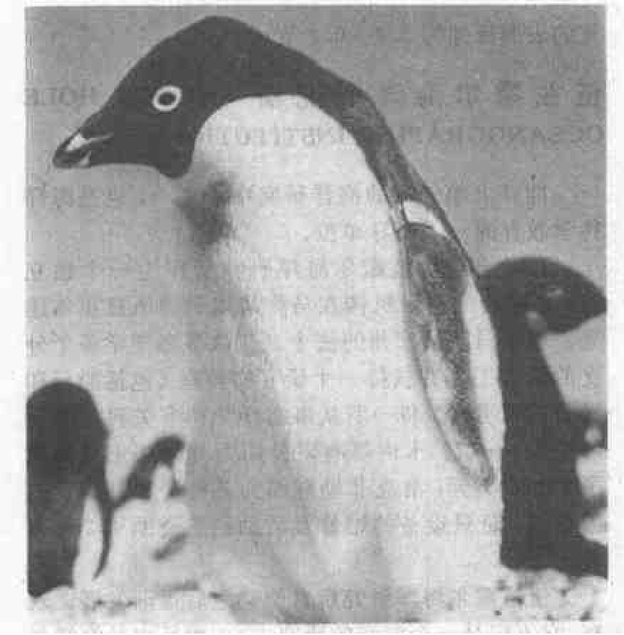


图 3　一只带有识别标志的阿德里企鹅，其标志用来研究南极企鹅群体

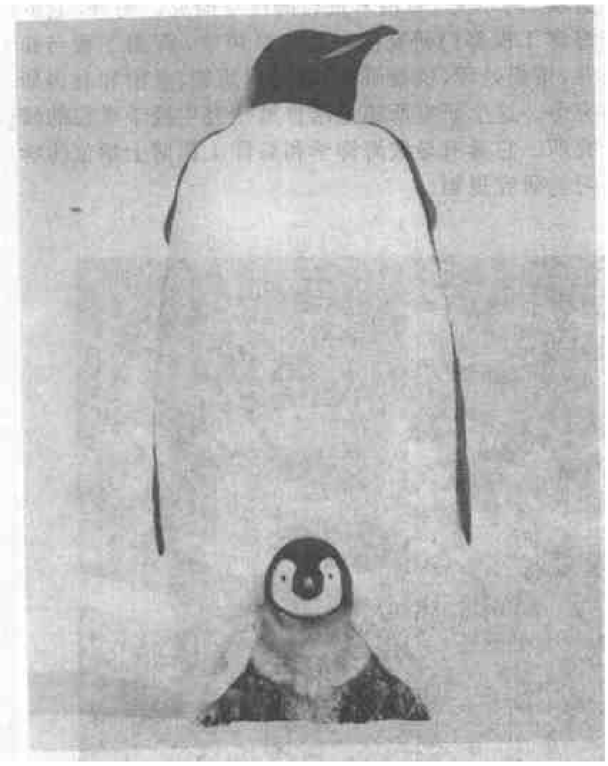


图 4　一只皇帝企鹅握住一只小企鹅在它的脚下以保持小企鹅的温暖。皇帝企鹅和王企鹅在南极冬季繁育，这时它们所遇到的环境是十分严竣的。通常，它们把蛋紧压在它们脚的顶端孵化，脚端是由腹部皮肤的皱折遮盖起来的



图 5　阿德里企鹅沿冰游荡，一对企鹅每季养育一或二只小企鹅。一对双亲总是和孵化出来的后代住在一起，直到小企鹅约满一个月之后，然后让小企鹅自己谋生，这时，小企鹅集合成大群以防御诸如贼鸥这类食肉鸟类的侵害



图 6　年幼的和成年的 chinstrap 企鹅集群在海象岛上，海象岛邻近南极半岛的北端



图 7　在罗伊斯角（Cape Royds）巢居的企鹅照料它们的小企鹅

全日潮(DIURNAL TIDE)

见"潮汐"。

伊尔明格海(IRMINGER SEA)

一个尚未正式公认的单独海域，但海洋学家认为，该海域具有独特的特征。作为不严格的定义，该海位于格陵兰东岸与冰岛西岸之间。拉布拉多海位于它的西南角。南界无明确规定，显然，用不同水团的特征来划界，要比用地理特征来划界好得多。

伊尔明格海盆，基本上是指拉布拉多大海盆的东部，水深约为 4572 米。伊尔明格海盆的东北边缘，水深约为 2377 米。东部，以大西洋洋中脊的分支雷克雅内斯海岭为界，水深约为 658 米。海盆上所覆盖的沉积物，南部，主要为球房虫软泥〔参见"海洋沉积"〕；北部，显然是火山和冰川的岩屑。

伊尔明格海的环流，主要受伊尔明格海流所控制，这是从冰岛以南流入的北大西洋海流的分支，经过本海区后，再向西和西南流入拉布拉多海。该海的潮汐属半日潮性质，潮差为 0.91—2.5 米。

伊尔明格海流(IRMINGER CURRENT)

北大西洋海流在冰岛附近向北弯曲的一个分支，海流的一小部分沿冰岛西海岸向北，其主体则不断向西弯曲直到汇入南向流的东格陵兰海流为止，以后两分支重又合并为北大西洋海流。伊尔明格海流的表面流速为 0.1—0.2 节。

伍兹霍尔海洋研究所(WOODS HOLE OCEANOGRAPHIC INSTITUTION)

世界上第一流的海洋研究中心之一，也是海洋科学教育的一个先导单位。

1930 年，伍兹霍尔海洋研究所作为一个独立的、非赢利的科研机构在马萨诸塞州的伍兹霍尔建立。根据马萨诸塞州的法令，它"从事海洋学各个分支的研究工作并扶持一个研究实验室（包括船只和设备的保养等）和一所从事海洋学和有关科目教育的学校……"。卡内基有限公司为其购买土地捐赠了 27000 美元；洛克菲勒财团为其楼房和其它设施的建筑、船只设备的维修及活动经费资助了 250 万美元。

伍兹霍尔海洋研究所自创建之后逐渐发展。现在，它不仅是一个海洋的研究中心，而且也是海洋科学方面的教育团体。该研究所研究的范围包括海洋学的各个方面。而且它还具有一支调查船队和水下潜艇"阿尔文"号用来进行海洋学研究。另外，它的海洋工程部门研究活动还包括声学，深潜工程与作业，情报处理，仪器研制，海洋建筑物、系留和材料研究等。这个研究所还是准许给研究生授予学位的研究所。它具有导致海洋学和海洋工程博士学位的学习与研究规划。

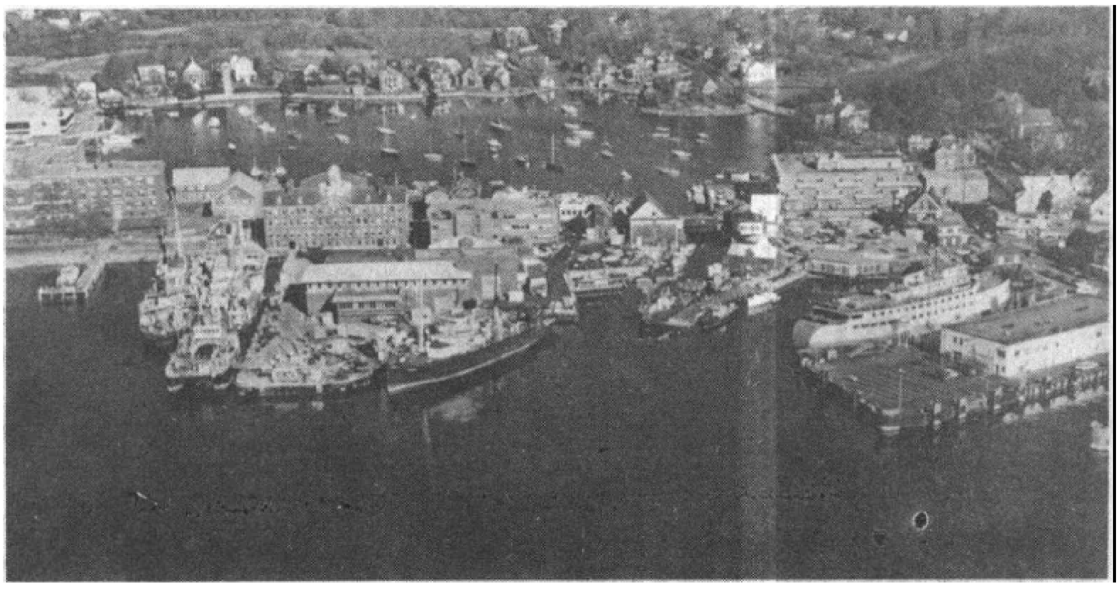


图　伍兹霍尔海洋研究所位于马萨诸塞的科德角。它是世界上著名的研究中心，同时也具有教育团体的机能。它可以授予海洋学和海洋工程方面的高级学位

后滨阶地(BERM)

见"海滩"。

自噪声(SELF NOISE)

见"水声"。

自游生物(NEKTON)

自游生物这一名词是指自由游泳的水生动物，它的行动并不主要依靠水的流动。

参见 “鱼类”。

自携式水下呼吸器(斯库巴)(SCUBA)

见 “潜水”。

多锯鲷〔WRECKFISH(*Polyprion americanus*)〕

一种鲐的名称（鲐科鱼类的一个成员），由于它栖息在地中海和大西洋热带海域的沉船和其残骸中而闻名。它也称为多锯鲐(stone bass)

红海(RED SEA)

位于非洲的埃及、苏丹和埃塞俄比亚，亚洲的沙特阿拉伯之间。该海长约 2253 公里，宽不超过 354 公里。北部，在西奈半岛之西，与苏伊士湾（长 274 公里，宽 40 公里）相接；在西奈半岛之东，与亚喀巴湾（长 177 公里，宽 19 公里）相连。南部，在曼德海峡的两侧，以胡森穆拉德与锡亚角的连线为界。出了曼德海峡，红海的水就与亚丁湾及印度洋的水相混合。红海总面积为 45 万平方公里，容积为 25.1 万立方公里，平均水深为 558 米。

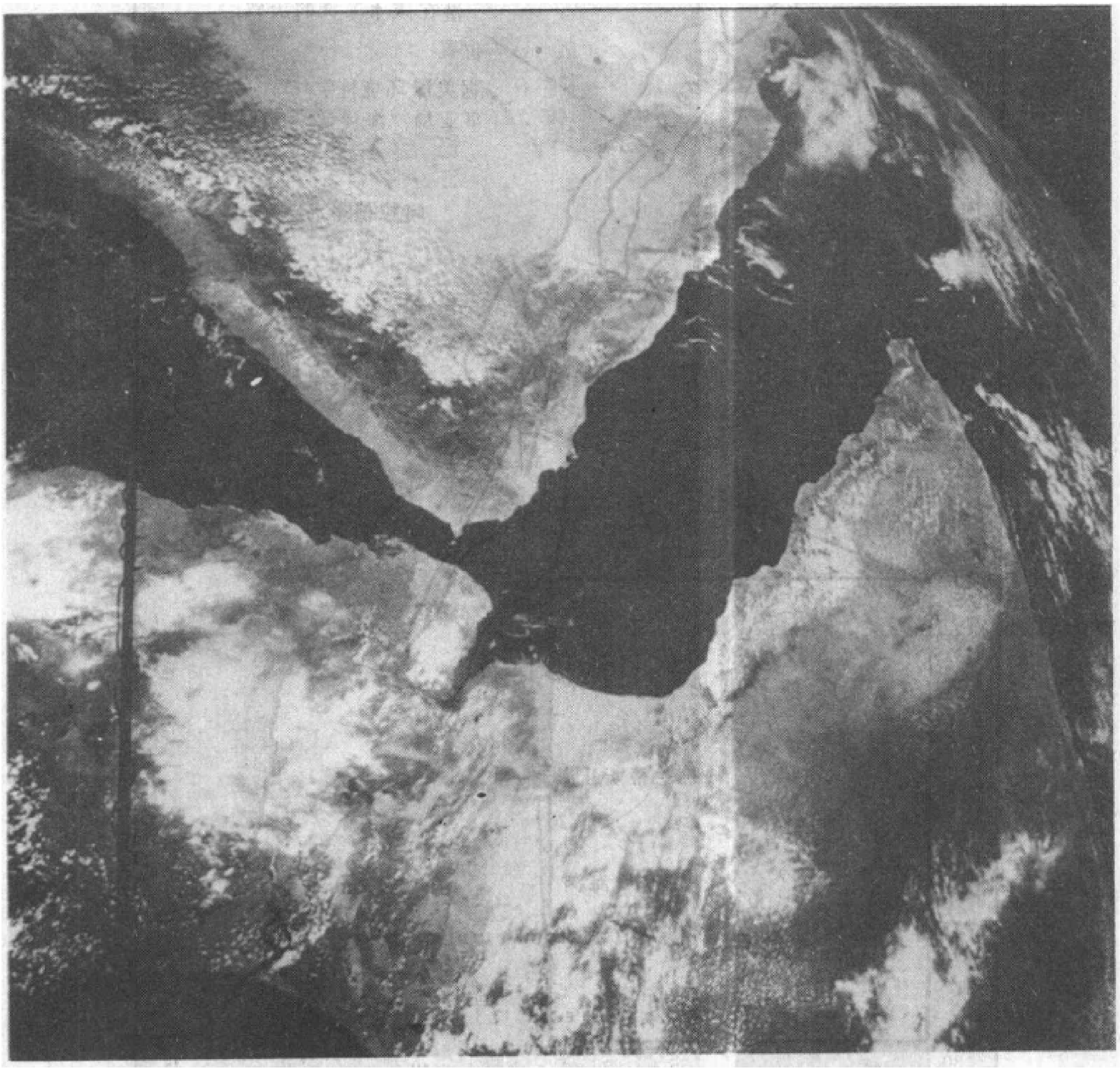


图 1　红海。在图中左侧，与阿拉伯半岛及非洲大陆之间的亚丁湾相连

很早以来，红海就为地中海周围的人民和印度、中国以及西太平洋诸岛的人民之间提供了极有价值的的通商航线。埃及人、腓尼基人，阿拉伯人以及中世纪的威尼斯人都不断利用这条航线。1497 年，V.d. 伽马沿非洲西岸南下，绕过好望角，为去印度洋开辟了另一条航线后，红海的通商航线就多少有所衰落。1869 年，开辟了苏伊士运河，把从北印度到北欧的距离缩短了 9000 公里，红海又重新恢复了它商业航运的重要地位。

1956 年埃及收回苏伊士运河以前，英国和法国一直利用苏伊士运河公司的所有权和管辖权，控制着整个红海的交通。埃及收回后，进行了成功的管理。直到 1967 年阿拉伯与以色列的战争爆发，这条运河才被封锁。到 1975 年 6 月，运河又再次被开放，但运载量尚未恢复到原有的水平。主要原因是由于延长了关闭时间，不该通过该运河的超级大油轮船队日益增多，导致了运输制度的严重混乱。

红海是地球上一个相当新的水域，可能是一个未发育成熟的大洋。也许是近在二千万年前，阿拉伯半岛才从非洲分裂出来，才让印度洋的海水流入距地中海不到 162.5 公里的地方。穿过印度洋往北伸展的环球洋中脊，于查戈斯群岛附近开始转向西，并以索科特拉断裂的形式拐入亚丁湾。另一断裂谷直达红海中部。该断裂似乎又以直角转向东，并沿约旦河谷直上，直达死海。这也可能是以坦噶尼喀湖为终点的非洲断裂谷的延伸。该断裂谷到红海中部时，最大水深可达 2300 米。

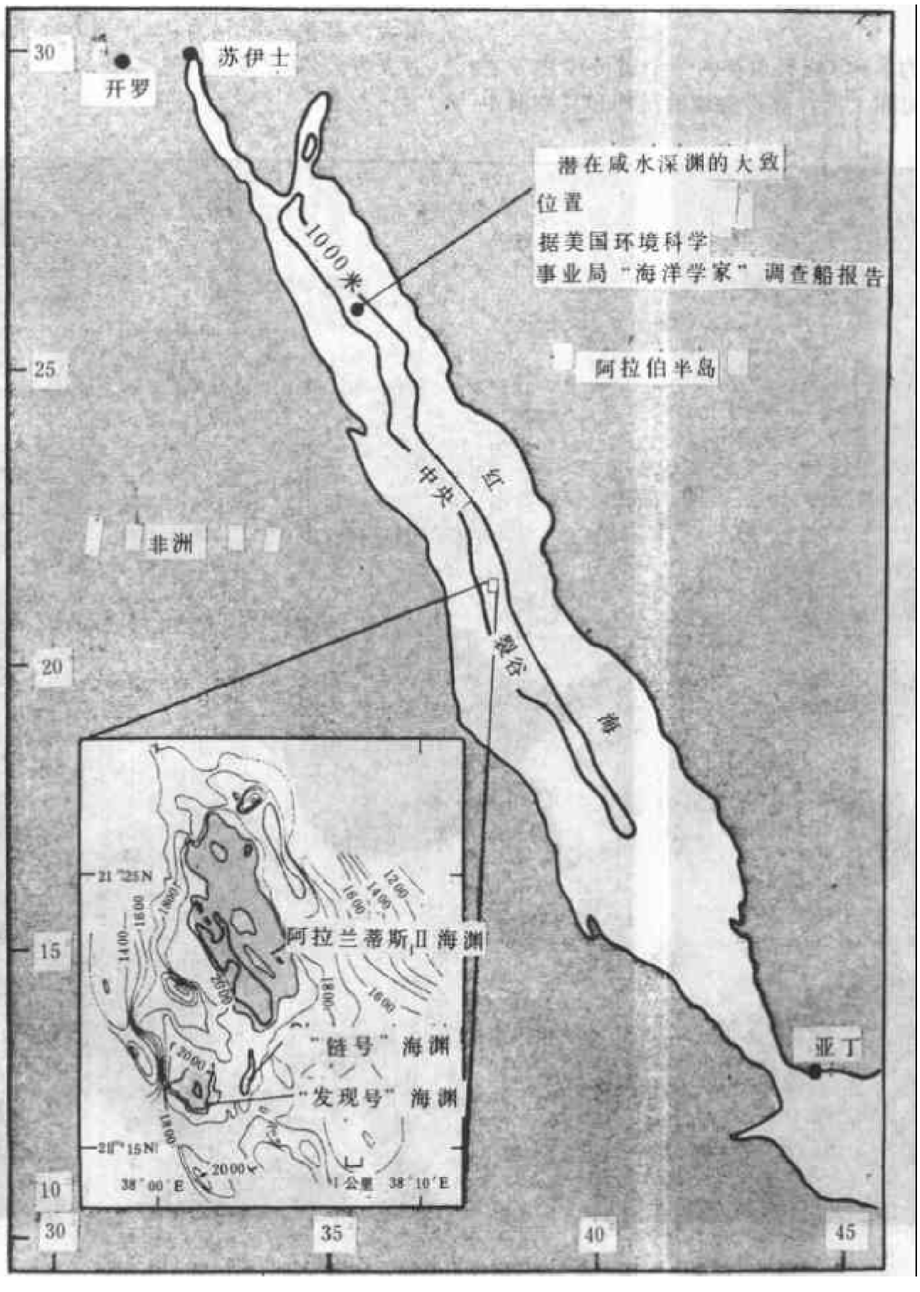


图 2　红海及阿特兰蒂斯海渊

很多的证据证实，红海断裂谷仍在活动，继续以每年几英寸(1 英寸＝2.54 厘米)的速度不断加宽。1947 年，瑞典调查船"信天翁"号，在断裂谷底层水中，发现好几个"热点"。后来，英国"发现者"号和美国"阿特兰蒂斯 II"号的调查成果表明，这些热点——现在称为阿特兰蒂斯 II 海渊，"链"号海渊、"发现者"号海渊——水温达 56℃，盐度更

高，为 270×10^{-3}（正常海水的盐度为 35×10^{-3}）。经进一步研究后指出，断裂谷张开时，涌上来的熔岩，使海水加热，并使溶解在水中和海底沉积物里的盐类和矿物质更为浓缩。从化学分析的结果可知：各处深达 100 米的沉积，富集着价值很高的铁、锰、锌和铅。苏丹政府已对该矿床提出所有权的要求，但要从这样大的深度（2200 米）中提取，成本高昂，目前尚难实现。

红海的陆架约为 50 米深。边缘地区多珊瑚礁，有的珊瑚礁离岸可远达 40 米〔参见 "珊瑚礁"〕。较浅的陆架上，有好几个岛屿和群岛，如阿拉伯半岛近岸的法腊散群岛，非洲附近的达赫拉克群岛。浅陆架向一些约为 500 米深的陆坡下倾，而这些陆坡又向断裂谷下倾。海底沉积物大部分来自珊瑚礁和其它海洋生物的钙质残骸。由于红海无河流入海，岸上多沙漠，岸线平直，陆源沉积物只能靠风吹送到海里，因而数量有限，因此，陆源沉积物仅占海底沉积物中的很少一部分。

红海的气温常达 38℃，除了波斯湾外，是气温最高的海区。蒸发率很高，约为 210 厘米/年。因而，干燥的空气吹过海面，很快就变潮湿，成为世界上最不舒适的气候。由于红海水的大量蒸发，迫使亚丁湾海水从曼德海峡流入，以资补偿。因此，红海的表层环流主要被从曼德海峡流入的海流所支配，很少或没有从苏伊士运河向南流的海流。

关于红海这个名称的起源，已争论了一个时期。由于季节性繁殖很快的藻类，把表层海水染成了红色，连周围的小山、珊瑚礁和海藻也都是红的。被风刮起的尘土，经常给大地撒上一层红粉。综上所有因素，取名"红海"也就理所当然的了。

红树林（MANGROVES）

红树这一名称用于三种不同的树，即红心，黑心和白心红树。这种木本植物出现在河口的泥土沼泽地带，在泻湖中以及在有潮汐的任何热带地方。红树从海水中提取淡水，有几种红树的叶子上的盐分泌细胞，在一层油脂之下，分泌一种溶液含氯化钠高达 7%。

红树科实际上包含着约 15 个属和约 100 个种，大部分是乔木和灌木。红树科或真正的红树属（红树属，木榄属，膝木属，与秋茄属）生长在沿海泥滩和咸水或咸淡水的湾中。和某些其它属（如桐花树属和白骨壤属）一起组成红树沼泽地带。

生长在这些地区内最繁盛的是红心红树，它们点缀了大西洋和太平洋的热带和亚热带海岸，并茂盛地在海湾和泻湖内蔓延。红树属（*Rhizophora*）的其它品种只在东半球生长。但是所有品种基本上是相似的。它们包含有常青的灌木或小到大的树，树干支持在一排穹形的高跷状的根上（加上从侧枝上生出的根），在沿低洼的泥泞海岸上形成丛林，点缀着咸淡水内陆河流与溪流边缘。许多品种的生殖是由种子实现的，种子还附着在树上时就发芽。这些种子长出一有根发端的附属物，当这一根长至约为 30.5 厘米时，从树上落入泥土，它就随时可以形成一棵新树的根和叶子。有一些落下的树根胚胎被浪和潮汐带走，漂浮在水面上直到着地。籽苗甚至依靠赤道潮流能横渡大西洋。

在佛罗里达进行的研究表明，几乎有 95%的红心红树每年产生的叶子落到暖和的海岸浅水里去。这些简单的皮革状的叶子被牧养动物吃掉，腐蚀掉和由潮汐与海流分散到很广的区域内去。在这一周期中，叶子首先被细菌和真菌所侵占。真菌〔如多疱疫霉（*Phytophthora vesicula*）〕在叶孔内生长丝状体或菌丝；丝状体穿透细胞壁获取碳水化合物和其它细胞营养物。原生动物，细菌和几种其它的真菌联合起来进一步分解叶子，然后吸引了诸如桡足类，蠕虫类和小蟹等海洋生物。这些动物以食取叶子为生，并将叶子破坏成碎片。叶子的碎片然后为食碎屑的动物所消耗，这些动物的排泄物又为较小的食碎屑的动物所耗用。在检查 100 多种鱼胃里的食物时发现，这些食碎屑的动物被小鱼吃掉，而小鱼又被远离红树林的大鱼吃掉。

红心红树的内部（心材）是浅红，加深到深红或红褐色，但树的外部（边材）的颜色有变化，从黄到灰色或浅红色。木材坚硬而致密，重 960—1120 公斤/米^3。红心红树如有生长圈，往往是不明显的。红心红树尤其是生长在厄瓜多尔的奥里诺科三角州，沿亚马逊湾，下加利福尼亚和南部佛罗里达。

红心红树的通名有：mangrove，red mangrove（英文名）；mangle，mangle Colorado（西班牙名）；paletuvier，p. rouge（法文名）；mangue，mangue vermelho（葡萄牙名）；candelon，mangle dulce，tab-che（墨西哥名）；mangle gele（厄瓜多尔名）；ratimbo，m. verdadeiro，mangarabeira，mangue bravo，m. do brejo，m. preto（巴西名）。

白骨壤（*Avicennia*）属包括约有 14 个种，小到中等大小的常青树。黑心红树是特别生长在潮汐沼泽地区和沿岸。这一西半球的特殊品种生长在南部佛罗里达，西印度群岛，南美洲的北部海岸以及墨西哥和中美洲沿海。在这些区域内的树与红树属的其它红树类型的植物联合在一起生长。虽然它们的高度有时达 18.2—21.3 米，树茎直径为 61 厘米，但平均尺寸为高 6.1—7.6 米左右，具有许多呈穹形的和缠绕状的气根生长在泥土内或在泥土外面。有几种品种的线状无叶的根（气囊）围住从河流中来的泥渣和海中的废料，这一作用保护了或扩展了海岸线。

有几种黑心红树也有气根，具有简单的叶子，叶子呈茸毛似的组织，长约 5—10 厘米。树皮是深褐色，呈鳞片状，花为白色，有香味，为蜂蜜的来源。树的内部呈褐到黑色，外层为白色到灰色。与红心树的木材相似，黑心红树的木材也是重而坚硬，其比重（0.95）与红心红树的约略相同。

黑心红树的通称有：black mangrov，blackwood（佛罗里达）；mangle negro，m. prieto（古巴名）；manglier noir，paletuvier（海地名）；black mangrove，limewood，olive mangrove（特立尼达名）；palo de sal（洪都拉斯名）；mangle blanco，m. negro，puyeque（墨西哥名）；mangue bronco，mangue amarello，ceriuba，ciriuba（巴西名）；mangle salado（厄瓜多尔名）。

白心红树或直立锥果木（Conocripus erecta L.）也是生长在红心，黑心红树丛生的沼泽地中，特别是在沿热带美洲和西印度群岛的沿岸。白心红树以灌木和树木两种类型出现，一般是小的，但有时高达18.2米，直径为75厘米。作为树木它没有如红心和黑心红树有的气根，树的内部是绿褐色，常带红色着色；外层的色泽较浅。白心红树是中等程度重和坚硬。

白心红树的通称有：button mangrove，b. wood，b. tree（西印度群岛的部分地区）；botoncillo，mangle blanco（委内瑞拉）；jele（厄瓜多尔）；mangue（巴西）；botoncahui，botoncillo，mangle negro，exkanche，extabche（墨西哥）；mangle boton，saragosa，yana（古巴）；mangle（多米尼加共和国）；mangle pinuelo（巴拿马）。

另一红树类的成员生长在沿热带美洲和西非海岸，也称为白心红树或佛罗里达白心悬铃木。这一品种中的假红树（*Laguncularia racemosa*），与悬铃木很相似。

以上所述的各种红树，红心红树不仅最繁盛，从商业角度来说也许是最重要的。例如从红树的树皮中可以获取丹宁；红树还用作燃料，用作建造房屋、船舶、柱杆等的木料。但所有红树的根本的重要性在于它保护陆地，免受蚀溃。并且当他们逐渐在浅水中成长时，泥渣和脏物就会在它们根的周围沉积下来而形成新的土地。再者，密集的，缠绕的树根和枝叶造成了一栖息场所，许多鸟类和动物依此为生。

红粘土（RED CLAY）

见“海洋沉积物”。

约翰逊，M. W.（JOHNSON，MARTIN WIGGO 1893—）

马丁·威戈·约翰逊是一位美国生物学家。他因为在海洋生物及其对海中声音的影响方面的研究和1942年与H. V. 斯维尔德鲁普及R. H. 弗莱明一起写的《海洋》（The Oceans）这部书而闻名于世。为了表彰他的成就，美国国家科学院1959年授予他阿加西斯金质勋章。

二次世界大战时的早期，海军为不寻常的背景噪音而苦恼。因为它使比较灵敏的声学传感器造成混乱〔参见 “水声”〕。该种噪声是高频的劈啪声，它类似于静态，仅仅在一定时间和一定的地点出现。特别易受影响的是具有泥质、杂乱海底和严重淤塞码头的港口区。约翰逊经认真研究之后，认为这种声音可能是许多虾蟹的爪钳发出的。但是对那些虾蟹又没有别的办法，只有通过比较精确地预报出可能发生这种干扰的地方来解决这个问题。

1942年，C. F. 艾林，R. J. 克里斯坦森和R. W. 莱特观测到声学信号常常被一个“神秘”的散射层所反射。白天这个散射层一般位于几百米的深度，而于夜间的几小时它向表层上升。这个深散射层是很讨厌的，因为它常常被认为是海底，而实际海底还远在它之下〔参见 “深水散射层”〕。然而，约翰逊通过显示被浮游生物和以它们为食物的大型动物所构成的海洋生物层散射到表层的声能则能够解释这个秘密。

约翰逊1893年9月30日出生于南达科他州的昌巴。他在华盛顿大学（西雅图）1924年获理学士学位，1930年获理学硕士学位，1931年获动物学博士学位。他于1924—1929年任华盛顿大学的弗拉德港实验室主任。1932—1933年任帕萨马阔迪湾国际渔业委员会的生物学家。1933—1934年在华盛顿大学任教。从1934年开始一直在斯克里普斯海洋研究所工作。

防波提（BREAKWATER）

阴极保护（CATHODIC PROTECTION）

见 “腐蚀作用”。

寻常海绵纲（DEMOSPONGIAE）

见 “海绵”。

异常高潮位（TIDAL WAVE）

见 “海啸”。

7 画

沙坝(BAR)

见 "海滩"。

沙丁鱼(SARDINES)

沙脑鱼的幼鱼，沙脑鱼是鲱科鱼（Clupeidae）中的鲱形鱼类，见于大西洋欧洲沿岸。这个名称也用于各种类似和有亲缘关系的鱼类，这些鱼类做为沙丁鱼进行加工和食用〔参见 "鲱"〕。

泛美热带金枪鱼委员会(INTERAMERACAN TROPICAL TUNE COMMISSION (ITTC, SIO)

一个国际渔业研究组织。这个组织根据美国和哥斯达黎加共和国之间谈判签订的一项公约所规定的权力和范围进行工作。这个公约1950年开始生效。并且它对参与金枪鱼活动的其它国家也是开放的。

五个成员国根据公约的规定按照捕捞和利用金枪鱼的总量向该委员会提供经费。按照公约的规定，这个委员会的主要任务是：

1. 研究金枪鱼的生物学、生态学和种群动力学，研究太平洋东部的饵料情况以便确定捕捞对存储量的影响。

2. 当该委员会认为有必要时，则安排调查测量并提出保护资源的建议，以使金枪鱼的储量保持在一个能最大限度的获得稳定渔获量的水平上。

库克，J.(COOK, JAMES., 1728—1779)

詹姆斯·库克是英国的一位探险家、航海家和制图学家。他由于进行了三次探险航行而闻名于世。通过这些探险考察，他给人们关于大洋——特别是太平洋的地理学知识增添了新的内容。他还被认为在通过改善船员的饮食——包括增加水果和蔬菜等来预防长期航行中出现的坏血病方面也有所贡献。

库克于1728年10月27日出生于英国约克郡的一个贫苦农民家庭里。18岁时，他在一家船主那里找到一项工作并且到波罗的海作了几次航行。当英-法战争爆发时，他作为一名强壮的水手应征到皇家海军服役。不到一个月他被提升为大副。四年之后升为船长。1759年，他授权指挥一艘舰船参加了圣·劳伦斯河上的战斗。1763年，战争结束之后，库克作为纵帆船"格伦维尔"号的船长承担了纽芬兰、拉布拉多和新斯科舍沿岸的调查工作。在四年多的时间里他取得了许多重要成果。这些成果后来由英国政府予以发表。

1768年8月26日，库克率领"促进"号启航去调查太平洋中维纳斯航道并考察该海区的新岛屿。伴随他的有一名天文学家，两名植物学家和一名善长博物学的画家。他先向南航行，后向西转弯，绕过合恩角，于1769年4月13日到达塔希提岛。调查了维纳斯的航道之后，于6月3日他的调查船驶向新西兰。在那里他逗留了六个月的时间并把两个岛屿标绘在海图上。后来他沿着澳大利亚的东海岸航行。他把澳大利亚取名为新南威尔士，并宣称所有权属于英格兰。航行到爪哇之后，他穿过澳大利亚和新几内亚之间的海峡，取道印度洋，绕过好望角返回英国。他到达英格兰的时间是1771年6月12日。

在1772年7月13日，库克再次从英格兰启航。他这次航行的目的是想去验证"在南方还存在着一个大陆"的报道。他乘"探险"号沿着非洲海岸向南航行。到达好望角附近，开始横跨大西洋。至1773年1月，在大西洋上兜了一个圈子，却没有发现"南方大陆"。后来则向新西兰航行。从那里出发，他考察了新赫布里底，把复活节岛和马克萨斯群岛标进了海图，并且访问了塔希提和汤加群岛。另外，他还发现了新喀里多尼亚和帕默斯顿、诺福克及纽埃诸岛。于1775年7月29日他返航到英国。

库克第三次，也是最后一次航海是在1776年7月12日从英格兰启航的。这次的目标是考察北太平洋和寻找绕过北美洲到大西洋的航道。绕过好望角之后，库克横渡印度洋到达新西兰。从那里又航行到塔希提岛。后来他们继续航行。在圣诞节前夜他们看到了一个岛屿。这个岛屿他命名为"圣诞岛"。进一步向北航行，他发现了夏威夷群岛。1778年2月他们看到了现今的俄勒冈海岸并且返回朝北航行，穿过白令海和白令海峡进入北冰洋。后来，因没有找到向东的航道而又返回夏威夷。在那里，于1779年2月14日他被当地的土著人杀死。

库尼恩，P.H.(KUENEN, PHILIP HENRY 1902—)

菲利普·亨利·库尼恩是一位荷兰地质学家，并且是较早的实验地质学家之一。他把毕生的精力主要贡献在海洋地质学，特别是珊瑚礁、海下峡谷和混浊流的研究方面〔参见 "珊瑚礁"；"海下峡谷"；

"混浊流"]。

库尼恩对海洋感兴趣是从他被任命为"斯内卢斯"号的科学研究人员，于1929—1930年参加马鲁古(摩鹿加)的深海探险那时候开始的。他在珊瑚礁方面的研究成果有力的支持了C. 达尔文有关沉降对珊瑚环礁形成的影响问题的理论和R.H. 戴利解释这种构造的上部成因的冰河控制理论[参见 达尔文，C.]。库尼恩还指明了摩鹿加附近海盆的形状与F.A. 维宁·迈内兹说明过的重力场具有一个系统的关系。

库尼恩对海洋学的另一个重要贡献是他的实验才能给戴利1936年关于海下峡谷是由于冰期混浊流的侵蚀作用所形成的理论提供了证据。他利用实验室模型显示出不仅细粒粘土，而且粗的砂子也能够被这些混浊流所输运。库尼恩接着指出，深海底上的砂来源于大陆架，它们是被混浊流运送到那里去的。他与戴利同时确信，这些混浊流的侵蚀力量足以解释海下峡谷的存在问题。这种主张尽管还有争论，但是多数海洋学家同意这样的观点，即混浊流在保持峡谷海底上从旁边沉陷下来的沉积物的畅通方面发挥了作用。当然，关于这些海流在向深海平原输运沉积物过程中的重要性也不能讲得太过分了。

库尼恩作为为数不多的早期实验地质学家曾指导了盐穹、火山锥，地壳褶皱和其它构造与沉积构造的某些实验室研究。通过这些实验大大地提高了人们对于这些构造形成过程的认识。

库尼恩1902年7月22日出生在苏格兰的敦提。他曾在利登大学学习，并在那里和格罗宁根谋得了许多工作职位。他于1946年成为正式教授。他的名著——《海洋地质学》(Marine Gelogy)出版于1950年。

库斯特，J. Y. (COUSTEAU, JACQUES, YVES 1910—)

雅克·伊夫斯·库斯特是法国一位海军军官和海洋探险家。他由于拍摄了几部关于大洋、海洋生物和人类在海上与海下活动的记录影片和编写了一套类似内容的图书而在世界上闻名。库斯特还在发明水中呼吸器、最初拍摄水下彩色照片方面做出了贡献。另外，他还是水下电视利用的倡导者，验证饱和潜水可行性的早期研究者以及早期减少大洋污染规划活动的积极参与者。

库斯特于1910年6月11日出生于法国圣·安德列·德库泊桑克。青少年时期，他先后在巴黎斯坦尼斯拉斯中等学校和布雷斯特海军军官学校学习。他从1930年至1956年一直在法国海军中服役。二次世界大战期间他转入地下活动。战后，库斯特协助清扫法国地中海沿岸水域中的水雷。1950年，他开始担任海洋研究船"卡利普索"号的指挥官，1957年成为摩纳哥海洋学博物馆馆长。也就是在这两个职位上他整理了大量的考察和研究资料；并根据这些资料编写成一套书、摄制成几部记录片和一部电视片。其题目叫《雅克·库斯特的水下世界》。他的三部影片——《寂静的世界》(1956)，《金鱼》(1960)，和《没有太阳的世界》(1966)获得了奥斯卡金像奖。

应答器(TRANSPONDER)

见 "水声"。

声学(ACOUSTICS)

见 "海洋仪器"；"海洋噪声"；"声呐"；"水声"。

声音(SOUND)

见 "水声"。

声发波道(SOFAR CHANNEL)

见 "水声"。

声呐浮标(SONOBUOY)

一种设备的名字，这种设备由安装在浮标上的声接收机和无线电发射机组成；该浮标可以布设在海中，把接收到的水下声音发射到飞机上或其它遥远的测量点上。声呐浮标除了在反潜战(ASW)中广泛用于检测和跟踪潜艇之外，它还可用作地球物理的微型广播站，以便提供分析自海底断面返回的水下声音的合适方法[参见 "海洋仪器"；"海洋学"；"声呐"]。

声呐或回音测距声呐(SONAR or ECHO-RANGING SONAR)

声呐这一名词适用于那些为种种海洋工程而应用水下声音和机电系统的设备。在其最普遍的形式主动声呐中，其工作的过程是向水中发射一个声脉冲，当声脉冲被水下目标反射或散射后，记录它的回声。从声源发射出声脉冲到收到回声之间的时间，就标志着声源至水下目标的距离。但是，在被动系统中，主要是靠检测目标辐射的噪声和提取这种噪声的特征。在美国，"声呐"(SONAR)这个名词是"声音导航和测距"(Sound navigation and ranging)英文字母的缩写。但在英国，人们把声呐称为ASDIC，它是"反潜探测研究委员会"的缩写。声呐的应用是多方面的，在海战中，声呐广泛用于探测水下的水雷和潜艇；在种种民用海洋学的应用中，声呐又可测绘海底地图、探测鱼群、对海洋石油钻井工程中失事船只的定位以及水声导航和通讯。

最初，在"泰坦尼克"号巨型客轮失事之后，声呐设计是用来探测冰山。然而这一系统很快就被应用于其它目的，特别是在军事上被用来探测潜艇。

声呐可使用两种不同的方式工作，即主动方式

(回音测距)和被动方式(听测)。在这两种工作方式下,目标的识别和跟踪依赖于所接收到的目标的信号强度。

当声波通过海水传播或经过海底和海面反射时,声能的强度是逐渐减小的。这是因为,当声波通过海水传播时,一些原因产生了传播损失:(1)随着距声源距离的增加声波几何扩展;(2)由于声速梯度的不同而引起的声波折射;(3)声波被海洋生物、粒子物质、气泡和海面与海底介面散射。此外,由于吸收和反射,一部分能量还会在海底下面损失掉(海底损失)。还有,当声波入射到具有不同的密度和声速的两种物质界面上时,声波会产生反射,例如,海面和海底、海洋和空气都是能产生反射的界面。假如海面和海底是完全的平坦且海水又是清洁的,那么,声信号将以理想回声的形式产生反射。但是,实际的海洋并非理想的情况,它有不平整的上面和下面边界,而且海洋中还包含着大量的粒子和有机物。因此,当声脉冲入射到粗糙的海表面和岩石起伏不平的海底以及悬浮粒子或海洋有机物上时,很多声音作为大量的小而不需要的回音被反射回来,我们把这些回声称为混响。那种由海水介质中散射体产生的混响又称作体积混响。有时,混响的声能量可达到足够的强度,足以掩盖期望的信号,因而常常限制了主动声呐的性能。在声呐工作时,人们常常使用声呐浮标或改进了的电子设备,这些设备接触到海水后才激活,以便在预定的深度上展开一个无指向性的水听器。这种声呐浮标和换能器,可利用飞机或水面船只布设,并可利用声呐浮标和发射船之间的无线电通路来监控换能器接收到的声信息。

参见 “海洋仪器”;“水声”。

赤潮(RED TIDE)

腰鞭毛虫类动物(类似植物的单细胞动物)大量繁殖或高度富集,毒化表层水体造成的现象。这类动物释放入水体的物质把水体染成红色并导致多种海洋生物的死亡。

赤潮的发生有两个条件。一是水域中物理因子(如阳光和营养盐)有利于腰鞭毛虫(如裸沟虫和赤潮虫)的迅速繁殖;二是腰鞭毛虫捕食者的数量暂时减少。在世界海洋的许多水域,所谓的“水华”或这类浮游生物达到种群爆炸的繁殖数量,是由于盛行风的骤然减低和缺乏上升流引起表层水异常性趋暖造成的。在停滞污浊的水体中,腰鞭毛虫利用富集于表层水域的各种营养盐,尤其是磷酸盐,急剧繁殖,从而变成有毒生物。在佛罗里达州滨外的墨西哥湾,赤潮水体主要是裸沟虫引起的,而在较寒冷的水域,则是由赤潮虫造成的。这两种动物都生成麻痹性贝毒素。在正常情况下,腰鞭毛虫呈黄绿色或金黄色,但当它变成有毒生物时,则呈红褐色或黄褐色。它们排放入水体的物质,如麻痹性贝毒素,导致许多海洋动物的群体死亡。摄食这类神经毒素的蛤类及其他贝类动物,尽管本身一般不会受到影响,但人若摄食受沾污的贝类,则会身患重疾。

测定贝类毒性程度的标准生物测试方法是把可能中毒的贝类的萃取物注射到白鼠身上。贝类毒性程度有时以白鼠单位表示。一个白鼠单位相等于20克体重的白鼠所注射的15分钟致死毒物量。人类对贝类毒素的忍受限各有不同,但一般认为,4万个白鼠单位是危险量。比白鼠法灵敏的化学测试方法是用标准的试验室仪器,荧光分光光度计,已经在最近建立起来测定贝类中的赤潮毒素。

裸沟虫释放出的两种主要化合物已经用色谱法分离出来,并鉴定为生物活性物质。其中一种化合物,叫做裸沟虫毒,是一种烈性神经毒素。

赤道逆流 (EQUATORIAL COUNTER-CURRENT)

见 “赤道流系”。

赤道流系(EQUATORIAL CURRENT SYSTEM)

赤道流系由南北赤道流组成,其测量宽度为1000—1500公里,沿赤道两侧在大西洋、太平洋、印度洋中自东向西流动,流速较低,约为0.5—2节。赤道流系涉及的深度较浅(约为500米)而且强烈地受赤道区的主要风系东北信风和东南信风的影响。在赤道两侧的西向流之间的比较狭窄地带,还存在东向的赤道逆流,赤道逆流所处的地区是两信风系统之间的低气压地区。赤道逆流的厚度为300米左右,流速为1—3节,出现在以赤道为中心,宽度约为400公里宽的带状地区。

在大西洋中,北赤道流起始于佛得角岛北部,然后差不多向正西方向以0.7节的平均速度流动。在大西洋西部,该海流与穿越赤道转而向北,通过尤卡坦海峡终止的南赤道流分支和安的列斯海流汇合。这些流的续流是湾流的源头,湾流占了北大西洋环流的大部分。

大西洋南赤道流在始于非洲西海岸的几内亚湾南部,由此向西流动,平均流速约为0.6节左右,有时,在南美海岸能达到2.5节。当海流到达圣罗克角(南美端点的东部)时,分成两支,南部一支沿巴西海岸向南弯曲,成为巴西海流;北部的一支汇入北赤道流,向北流去。

太平洋的北赤道流,起源于赤道逆流的水体,折向中美北部,并向西横穿太平洋直到在菲律宾附近转向北而汇入控制西北太平洋环流的黑潮。北赤道流在西经160°测量的运输量约为4.5×10^7米^3/秒,可以和大西洋的北赤道流运输的水量相比。

太平洋的南赤道流起始于平行于南美海岸的北向流,并在赤道附近逐渐转向西。穿过大部太平洋水域后,海流转向南通过珊瑚海汇入急速的东澳大利亚海流。南向流在1月到3月期间特别显著。



图　赤道流系。卫星照片表明，环流、南大西洋赤道流侵入墨西哥湾流。左上角为密西西比河三角洲

在印度洋，由于盛行风变化很大，使南北赤道流具有某些差别。例如，在2月到3月期间，由于西北季风盛行，北赤道流充分发展。然而，在8到9月期间，刮的是西南风，北赤道流消失，代之的是自西向东的季风流。另一方面，南赤道流全年自东向西，当靠近非洲东海岸时转向南，汇入强大的厄加勒斯海流，流向非洲南端。在此之前，其中大部分水体逐渐转向南，然后返向东方。

苏禄海(SULU SEA)

位于西太平洋的岛屿之间，西南（原文误为东南。——译注）有婆罗洲与巴拉望岛、北为民都洛岛和班乃岛，东邻内格罗斯岛、棉兰老岛和苏禄群岛。苏禄海总面积为42万平方公里，容积为47.8万立方公里，平均水深为1139米。

苏禄海的西南和北部有广阔的陆架〔参见　"大陆架"〕。面中部为深海盆，被几个海岭所分隔开，海岭露出海面处，就成为礁石（如图巴塔哈礁）和岛屿（如卡加延岛）。海盆底部主要覆盖有球房虫软泥。

苏禄海的表层流，夏季偏南流，冬季呈逆时针方式的环流。苏禄海与南海深层水的交换，似乎因几个相邻海峡海槛过浅而受限制。表层水温，夏季为28℃，冬季为27℃。

苏拉威西海(SULAWESI SEA)

也称西里伯斯海(Celebss Sea)，位于西太平洋，在诸岛的怀抱中，北有棉兰老，东濒棉兰老与苏拉威西（西里伯斯）间的一列岛屿，南至苏拉威西，西达婆罗洲和苏禄群岛。苏拉威西海总面积为47.2万平方公里，容积为155.3万立方公里，平均水深为3291米，最大水深为6220米。

苏拉威西海为一深海盆，四周都是较窄的陆架〔参见　"大陆架"〕。海底沉积物，大部分为陆源泥，局部地区有火山泥和球房虫软泥。在北纬4°，东经

124°处有一座活火山。

苏拉威西海的表层流，从棉兰老往南流入，经婆罗洲与苏拉威西之间的望加锡海峡流出。深层水由太平洋流入，沿着相同的路径流出苏拉威西海盆。表层水温，夏季为28℃，冬季为27℃。

护岸(BULKHEAD)

见“海滩”。

护岸(REVETMENTS)

见 “海滩”。

拟庸鲽(PLAICE)

见 “比目鱼”。

克伦威尔海流(CROMWELL CURRENT)

一支潜流，位于赤道太平洋下，并自西向东流。该流起源于西太洋阿德默勒尔蒂群岛北部区域，在厄瓜多尔海岸外的加拉帕戈斯群岛附近下潜。该海流宽300公里，厚200米，流速为1.9—2.9节。该潜流是克伦威尔在1952年发现的，因此而命名为克伦威尔海流。

进化(EVOLUTION)

一种最广泛的为生物学家所接受的理论和事实。它说明，所有不同种类的现代生物，在其成因上都是相互联系着的。这种想法的基础是，这些生物体内的生物学上的变化产生了目前与它们祖先种类不同的后裔。

自从C. 达尔文在19世纪50年代首次出版了他的《物种起源》〔参见 “达尔文，C.”〕一书以来，进化的问题成了生物学中最活跃的议题。

达尔文在他的著作中证明，进化的原因首先是根据以下观察资料和假设得出的。

- 有机体内有变异。
- 在自然界中存在着“最能适应的——就能幸存”这种情况，而且只有能适应环境的生物才能幸存下来。
- 这种适应的特性是继承性的，幸存的生物形成这种特性并把它们传给继承者。
- 随着环境的变化产生了新的物种，因此环境一有变化，一种不同的生物就会产生，而且定义该物种的特性也会随之而产生变化。

根据很多科学家的看法，当一个小的群体与其余的物种隔离开的时候，进化便开始了。随着隔离而来的是基因组合开始变化，被隔离开的群体便不能再与其原生的类属交配。这样，一种新的物种便诞生了。鸟类、多骨鱼、开花的植物和所有其它类型的生命，包括人类都是通过这种途径从单一的原始物种生长起来的。

这一物种形式的模式把以下两个方面过分简单化了：使物种多样化成为可能的主要过程和生命系统的研究任务。

进化是许多不断进行着的微小变化的结果。这些变化发生在几百万年中并带来了主要生物门的趋异演化。我们知道，所有变化都是通过生命演替过程中很多细小的进化阶段的积累发生的。

例如，可能所有的生命都起源于海洋，在遥远过去的某个时候，鱼类不象现在这样特化。根据化石的研究确定，在22500万年前(古生代和中生代之间)发生了某种事件，导致了一种世界性的转变，从基本上以海洋为基地的生命形式转变到了以陆地为基地的生命形式。有些鱼类进化成了两栖动物，以后，两栖动物又进化成爬虫类动物。鸟类和哺乳类动物都是来自爬虫类。由于世界性的气候和植物群的变化，这些生物顺利地适应了它们所在的特定环境，因而才能幸存下来，并形成了它们那种形态结构。同样，由于竞争，它们要战胜其他门类的生物的原动力就是它们那么早迁移和接着发生进化的原因。

在过去的几百万年中，在错纵复杂的进化过程中形成的、而且目前构成生物圈的那些生物系统的总数和种类是十分巨大的。现在，生活在地球上的植物和动物大约有五百万种以上。正如上面所提到的那样，每种生物不仅有各自的独特之处，而且甚至在一种生物的内部也发生了难以捉摸的差别。例如，一种海鸟可以飞越海洋3220公里去重新安家，然而，几乎是同一种鸟类却决不移动几公里，由一个岛移到另一个岛上去。同样，鲎、小虾和鲨鱼在两亿年以上的时间内基本上保持不变，而有些种类的生物却在几千年内就从原生物群进化成了目前的样子。

这一问题或异常的特性并不否定进化论的正确性，它几乎已作为一种能实际应用的理论普遍地被生物学家们所接受。进化论为下列领域内的大量实际数据提供了解释：比较解剖学(研究不同种类的活生物体之间结构的相似性)，比较胚胎学(研究不同种类生物的胚胎发展的相似性)；比较生理学(研究生物体的生理过程——运动、感觉、协调和排泄)，分类学和生物地理学(研究生物体的地理分布与其特性变化的关系，以便确定不同环境之间的关系和地理上的间距与隔绝对遗传特性的影响)。

与此相联系，关于进化的最直接证据可能是由十亿年的化石资料提供的。这种资料显示了植物和动物结构的深刻变化，以及与环境变化有关的那种显而易见的进化趋向、适应和灭种过程。这种进化过程中的变异和适应说明，不同的结构形式是通过趋异过程从同一个原始结构形式发展而来的。

远洋僧帽水母(PORTUGUESE MAN-OF-WAR)

僧帽水母属(*Physalia*)中几个种的名称。僧帽水

母属是刺胞亚门（Cnidaria）〔或腔肠动物门（Coelentrata)〕中一种海洋水螅类动物。它不是一种单个动物，而是一种独立漂浮和蠕动的水螅体有机体的群体，其数目从几个以至上千个，并有长丝状能分泌一种毒性质物的螫人的触手。其俗名“葡萄牙战舰”，可能起源于这种行动迟缓的动物那种类似古老的葡萄牙大帆船的船型体躯。

远洋僧帽水母通常生活在大西洋温暖的深水中，而在墨西哥湾流海流系统以外很少见到。不过，有亲缘关系的种类栖息于印度洋和太平洋的温暖水域。僧帽水母属类似一种中空的、船形胶状团块。在团块周围边缘垂着长穗状触手。这种群体可达1000多个个体，常能达到这样的大小：长30厘米，宽15厘米，高15厘米。其颜色变化从蓝色到紫色，或淡紫色罩着一层猩红色。丝状触手可拖曳在后面达12米长，并装备以螫人的成分或刺细胞。

浮囊是膜状的，其中充满较外周空气有更多的一氧化碳、氮、氩和氖。在膜上的肌肉纤维和细胞使它湿润、柔韧，并有一个有点象鱼的气鳔的腺体（鱼有一个鳔）释放气体到气囊中去。

一个伸出来的口和消化器官（营养个员）位于浮囊下面，触手用以捕捉并麻痹猎物，如小甲壳类和鱼类。这些触手把捕捉到的受害者送到口中。

这些动物的一个显著的特征，而且也是水母与其亲属的一个充分的特征，是刺细胞的存在。在丝状触手的表面含有大量的这种细胞。每一个刺细胞（nematocyst）是一个中空的圆球，当受到刺激时，从这个圆球中发射出一个小的标枪式的管伸到猎物中去。这种管由一根细小的线与圆球相连，管上装备着几个尖锐的倒刺。此时，这些刺细胞放射出一种毒液，其毒性程度几乎与眼镜蛇的毒液相同，并将这种毒液从这根管的尾端的小孔中注入受害者的体内。这种发射的机制尚未被科学家详细弄清楚。

许多混迹于海滩上的人和裸体潜水者可以充分证明，远洋僧帽水母的螫刺确实非常痛苦。而且，对于一些过敏感觉的个体，其反应可能很严重而且有时会发生不幸。如果将酒精立即用于皮肤受感染的部位，则会有一些补救的效果。因为有机溶剂能降低毒性力量。

但是，至少有两种动物能忍受螫刺而无明显的不适。海龟〔例如，蠵龟（*Caretta caretta*)〕吃这些水母。还有，典型地与远洋僧帽水母共生的小型鱼类哥氏双鳍鲳（*Nomeus gronovii*)。这种鱼分食水母的猎物，而不受其毒素的影响。

里海（CASPIAN SEA）

见“内陆海”。

别林斯高晋海（BELLINGSHAUSEN SEA）

位于南极洲近岸，是南大洋的一个边缘海。西有瑟斯顿半岛，东有南极半岛，作为该海的东西边界；北部以南极圈为界。

别林斯高晋海是以俄国海军上将B.F.G.v.别林斯高晋的名字命名的。1819年，在他的率领下，向亚历山大岛进行了一次南极水域的考察。普遍认为，别林斯高晋是在英国库克〔参见“库克，J.”〕之后的第一个伟大的南极考察家。别林斯高晋率领着“沃斯托克”号和“米尔涅”号，象库克一样环行了南极大陆，并多次望见了陆地。虽然他并未将此归功于自己，实际上他是南极大陆的第一个发现者，因为有冰，能见度低，别人都未曾发现过。

别林斯高晋海包括龙尼湾和马格丽特湾。海内的主要岛屿，东侧是亚历山大岛和夏科岛，西侧有弗拉查尔岛，在陆岸与南极圈之间有彼得一世岛。在南极圈附近，水深大于3658米。海底沉积物表明，受冰川影响颇为强烈。在诸岛后面的水域，终年被冰封冻。南半球冬季，冰封线超过了本海域的范围。

卤素（HALOGENS）

卤素包括元素氟（F）、氯（Cl）、溴（Br）、碘（I）和砹（Ae）。估计海水中卤素的丰度氯约为19000ppm；溴约为65ppm；氟约为1.4ppm；碘约为0.05ppm。雨水中碘和氯的浓度显著高于海水，地壳（岩石圈）中氯、溴、氟和碘的相对丰度分别为550ppm，1.6ppm，770ppm和0.3ppm。砹是一种放射性元素，在自然界只能由铀-238和钍-232这样的元素连续衰变而产生。在地壳外层1.6公里的范围内，任何时间砹的总量均为6.86毫克左右。

低低潮（LOWER LOW TIDE）

见“潮汐”。

低高潮（LOWER HIGH TIDE）

见“潮汐”。

体积氯度（CHLORDSITY）

1升海水中氯化学和溴化学含量的度量。它等于样品的氯度乘以20℃（68°F）时的密度。

体积氯度在有关海水化学分析的研究中是一个不大常用的术语。它与以每升克数（20℃）表示的氯度相对应。

体腔动物（COELOMATE）

真体腔动物（Eucoelomate）的同义词，是指具有真正体腔的动物界一大部门成员。

参见“腕足类”，“甲壳类”。

佛洛勒斯海（FLORES SEA）

位于西太平洋。西南有佛洛勒斯岛、科莫多岛、班达岛和松巴哇的最东角与印度洋相隔；西侧以松巴哇到佩特诺斯特群岛，再到苏拉威西（西里伯斯）最南端的连线为界；北濒苏拉威西岛的西岸；东面以

佛洛勒斯岛和苏拉威西岛之间的连线与班达海的分界。佛洛勒斯海总面积为12.1万平方公里，容积为22.2万立方公里，平均水深为1829米。

佛洛勒斯海盆大部被佛洛勒斯海槽所控制，漫长的洼地，最大水深达5140米，为本海的最深处。从苏拉威西向南，有两海岭伸入该海槽。海底沉积物由陆源和火山泥、球房虫软泥组成。本海的北部边缘与较浅的波尼(安纳巴)湾相接。

太平洋海水，向南流经摩鹿加和班达洼地，流入佛洛里斯海，并继续往西流向巴厘海和爪哇海。表层水温，南半球冬季为26℃，夏季为29℃。

佛罗里达海流(FLORIDA CURRENT)

可以定义为从佛罗里达海峡向哈特勒斯角运动的全部水体，自哈特勒斯角起，海流不再沿大陆坡运动。佛罗里达海流是流速最大的海流之一，速度为2—5节。

佛罗里达海流直接绕回到尤卡坦海峡与加勒比海流汇合后进入墨西哥湾南部。海流的大部分取最直的路线到达佛罗里达海峡，一小部分环绕墨西哥湾后，再在东部汇入海流的主体。通过佛罗里达海峡后，海流在巴哈马附近与安的列斯海流汇合而加强。佛罗里达海流的主体一直持续向北到哈特勒斯角，在哈特勒斯角成为墨西哥湾流。

龟(海产)〔TURTLE(MARINE)〕或海龟(SEA TURTLE)

普遍用于属于海龟目(Chelonia)的海洋爬行类的许多种；它们整体形状与其它龟类〔如龟(tortoises)和陆龟(land turtle)〕基本上是相似的，特别在于它们具有一个特殊硬的、屋顶式的壳。但海龟与其它种的龟的差别在于，海龟具有平而宽适于游泳的蹼样肢。

海龟一般生活在世界大洋热带或亚热带海域的表层或近表层，但有时它们也被海流输送到特别是

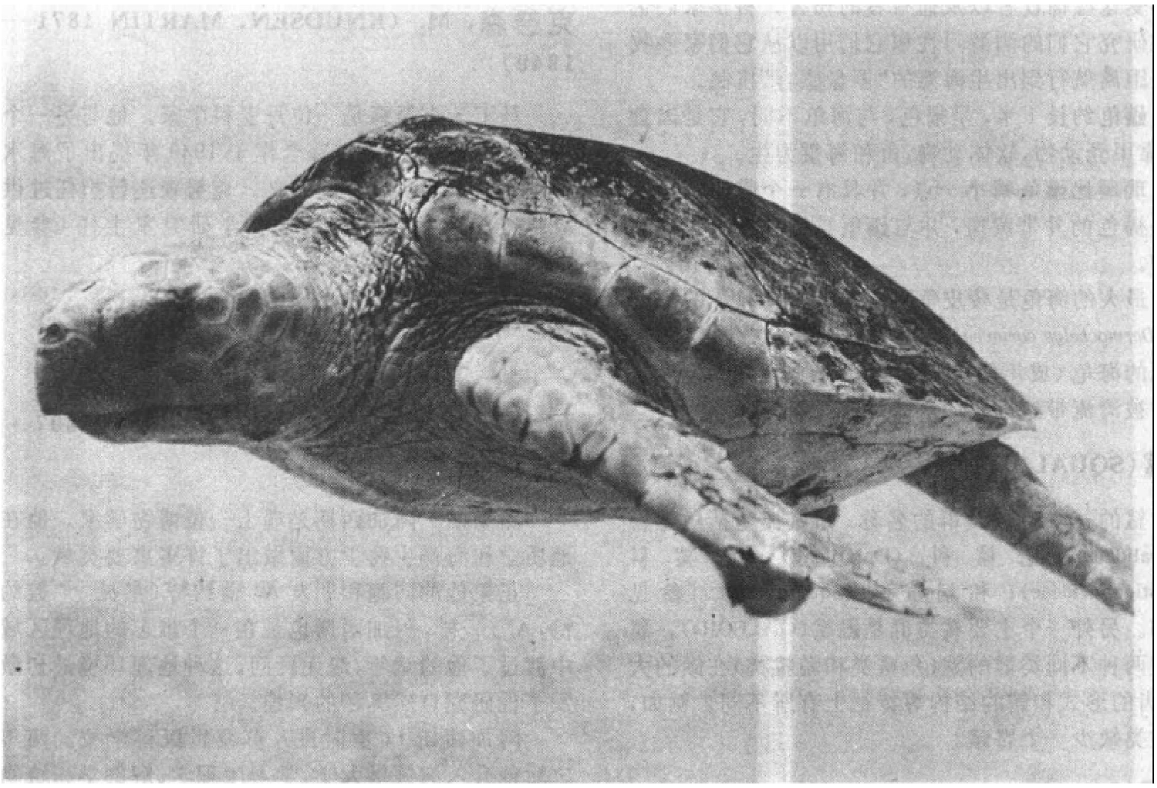


图 海龟 虽然它们可被海流运送到世界各地(在斯堪的那维亚沿岸就曾见到过这种标本)，但海龟愿意在热带海表层。图中的蠵龟是肉食的，主要以甲壳类、软体动物、鱼和海蜇为食

欧洲和美洲北大西洋沿岸海域。海龟的寿命平均达150岁。某些种的海龟可异乎寻常的大，即重达近1吨(907)公斤。海龟可以每小时约32公里(20英里)的速度在海洋中旅行，并能停留在水下达4小时之久。

在最重要的种类中有海龟(*Chelonia mydas*)，蠵龟(*Caretta caretta*)，玳瑁(*Eretmochelys imbricata*)。

海龟是一种可食的动物，它那软骨内壳(Calipee)(海龟汤中一种重要成分)常受到珍视。捕捞者也是因其肉、皮和甲壳而寻捕这种龟。这种大

型洄游性动物，长可达1.25米，重达181公斤。它主要以海藻和其它海洋植物，象海草(SEA GRASS)为食。目前，海龟处于灭绝的危险中，这不仅由于它们被作为食物，而且因为失掉了一些为它们产卵的天然栖息地。其卵(大约每只雌龟产100个)通常是在夜晚内由成群的龟产出，并埋藏在与世隔离的加勒比、中美和南美的海滩上高潮线以上温暖而适于孵化的沙中。对于大多数海龟来说，通常都是这样，雄龟从不到陆地上，只是在外海等着雌龟把卵产在沙中。数小时之后，即产卵完成之后，雌龟回到海中，并在那里马上又与雄龟交配。

新孵化的海龟直冲拍岸浪而去，但在途中往往会遭到海鸟和海蟹所捕食。那些逃到海中去的幼小海龟直到它们1岁之后才又出现，那么，在第一年的12个月中它们到哪里去了，而且又是如何生活的，人们是不知道的。我们所知道的只是海龟生就迷恋海水，它们一孵出就回到海水中，并在那里游出海面。这样，以躲避沿岸的捕食者。

许多科学机构和地方政府采取步骤打算保护海龟不受这些捕食者以及捕猎者的伤害。科学家们也正在研究它们的洄游习性和它们用以从它们家乡牧场长距离航行到出生海滩的"罗盘感官"机制。

蠵龟约长1米，呈褐色，与海龟不同，它是肉食的，靠甲壳动物，软体动物，鱼和海蜇为生。

玳瑁比蠵龟稍小一点，并具有一个带钩的喙。它是褐色的并带黄斑，并与蠵龟具有基本上同样的食物。

最大的海龟是棱皮龟科(Dermochelidae)的棱皮龟(*Dermochelys coriacea*)，这种肉食的心脏形的，背部有壳的海龟(成年龟)长可达两米，重达363公斤。它常被湾流带到远至斯堪的那维亚沿海。

角鲨(SQUALOID)

鲨的一个主要类群的名称；角鲨类包括角鲨科(Squalidae)，铠鲨科(Dalatiidae)，锯鲨科(Pristiophorideae)；和扁鲨科(Squatinidae)〔参见"鲨〕。另外一个主要鲨类群是鼬鲨(GALEOID)。属于这两种不同类群的鲨(角鲨类和鼬鲨类)在领的大小、齿的形式和鳍的结构等特征上有所不同。例如，角鲨类缺少一个臀鳍。

牡蛎(OYSTER)

牡蛎科(Ostreidae)的一种双壳软体动物。

参见 "双壳类"；"蛤"；"软体动物"。

希曾，B.C.(HEEZEN，BRUCE CHARLES 1924—1977)

布鲁斯·查尔斯·希曾是一位美国地质学家。他对于人类更好地认识大洋底，包括地形学、沉积物特征和它的形成与变更过程等方面作出了许多显著的贡献。希曾还是学生的时候，就发表过海底峡谷是由于混浊流侵蚀结果造成的见解，并且对1929年大西洋中的许多电缆在几小时的时间内发生断裂是由于一次地震引起的混浊流所造成的这个问题进行了有说服力的辩论。他是最早提出中大西洋海脊〔参见 "大陆漂移"〕为遍及各个大洋的世界海脊系统的一部分这种理论的人之一，也是首先观测沿着海脊中央走向的断裂谷的学者中的一个。

希曾的著作涉及到深海中沉积作用过程的各种问题，包括构造地质学、地震性和通过海底地形阐明海底流等。他的专著《深海的面貌》(The Face of the Deep)获得了1972年美国全国图书奖。他的地形图集和海底自然地理学造诣很深，曾受到普遍的欢迎并对海洋学和海洋地质学的发展具有意义深远的影响。

希曾1924年4月11日出生在艾奥瓦(衣阿华)的文顿，1948年毕业于衣阿华大学，1952年在哥伦比亚大学获得硕士学位，1957年获得博士学位，是哥伦比亚大学拉蒙特-多哈蒂地质观测所的研究人员。在那里，于1964年他成为地质学副教授。

克努森，M.(KNUDSEN，MARTIN 1871—1949)

马丁·克努森是一位丹麦科学家。他与另一个丹麦人——J. 雅各布森合作于1940年提出了海水氯度的一个切实可行的定义。克努森还曾担任过供应标准海水的哥本哈根水文学研究室主任〔参见"密度"，"标准海水"〕。

陆架沟渠(SHELF CHANNEL)

见 "海底峡谷"。

阿加西斯，L.(AGASSIZ，LOUIS，1807—1873)

路易斯·阿加西斯是瑞士一位博物学家。他在地质学和海洋生物学方面做出了许多重要贡献。

正象他的同胞和朋友A. 盖约特〔参见 "盖约特，A"〕一样，阿加西斯也是在一个难忘的地理区域中渡过了他的童年，毫无疑问，这种地理环境最初激发了他研究自然奥秘的兴趣。

阿加西斯17岁时进入苏黎世医科学校。两年之后他升入海德堡大学，学习生理学、解剖学和植物学。1829年，他在埃尔兰根大学获得生理学博士学位，1930年，在慕尼黑大学获得医学博士学位。

在大学学习期间，阿加西斯被巴西探险家冯·马蒂纳斯选为助手，负责描述以后考察期间收集的鱼类。阿加西斯卓有成效的工作使其成为当时最优秀的博物学家之一。完成这项工作之后，阿加西斯继续准备于1930年发表"欧洲淡水鱼博物学"和一篇关于欧洲化石鱼类的论文等著作。同时，他还访问了巴黎和维也纳，并在那里学习博物馆收集方面的知识。

1832 年，阿加西斯接受邀请到纳沙特尔学院担任博物学教授。在那里他工作了 14 个年头。在这个职位上，他以精确和严谨的风格出版了他的一些研究著作。例如，他把精美的毒性化石插图附在有关棘皮动物和化石软体动物研究的书中〔参见 “棘皮动物”；“软体动物”〕，极大地提高了他作为当时知名科学家的声望。

在这期间，阿加西斯还进行了几次有关冰川的调查研究。通过他的讲义和出版物（例如：《系统化冰川》），可以看出他在这方面也作出了重要贡献。然而，尽管这些特殊研究领域是很重要的，但他的朋友洪堡［参见 “洪堡，A. V.”］却认为他不应该从博物学研究方面转向。因此，洪堡说服了普鲁士国王，派遣阿加西斯率领一个科学代表团去考察气候比较暖和的欧洲和美国的动物区系问题。在这同时，阿加西斯收到了设在马萨诸塞州波士顿的洛厄尔学院的讲学邀请。他接受了这个邀请，并且通过这次访问和讲学，在美国科学界以及一般公众中留下了非常好的印象。

正因为如此，美国海岸调查局的负责人——A. 贝奇为阿加西斯对美国大西洋沿岸和佛罗里达暗礁中海洋生物的调查研究提供了资助。同时，还安排了考察巴西和亚马逊的计划。另外，还为阿加西斯出版有关美国博物学的文献，为建立一个生物学实验室，为在哈佛大学组建一个比较动物学方面的科学书院及博物馆（这个博物馆广泛地体现了阿加西斯的思想，并陈列了他的成果）提供了资金。阿加西斯的思想被他的儿子——A. 阿加西斯（1835—1910）作了充实和发展。A. 阿加西斯在物理海洋学和生物海洋学方面也作了许多杰出的贡献。

阿拉伯海（ARABIAN SEA）

阿拉伯海位于印度洋北部的非洲和印度之间。它的法定边界如下：西面以亚丁湾（索马里和也门之间）的东部边界为界；北面以连接哈德角、阿拉伯（阿曼）的东端和巴基斯坦海岸的季瓦尼（Jiyuni）角的连接线为界；南面以马尔代夫的阿杜环礁和索马里的哈丰角之间的连线为界；东面以拉克代夫海的西部边界为界。阿拉伯海的海湾包括亚丁湾、非洲与伊朗之间的红海、以及印度西海岸以外的卡奇湾和坎贝湾。印度的印度河和纳巴达河是流入阿拉伯海的主要淡水资源。阿拉伯海的面积为 386.3 万平方公里，容积为 1056.1 万立方公里，平均深度为 2734 米。大多数海洋学者认为拉克代夫海东部是阿拉伯海的一部分。

下面针对同一个问题分别讨论这两个海的情况。

阿拉伯海和拉克代夫海的大陆架在斯里兰卡和巴基斯坦之间是发育最好的区域，它的宽度是 120—353 公里。伊朗，阿拉伯和非洲近海的陆架，大部分宽度少于 40 公里。陆架的水深范围由印度近海的 220 米到伊朗近海的 37 米，陆架的大部分被淤泥覆盖。印度河河口外的大陆架被海底峡谷切断，海底峡谷将沉积物输送到阿拉伯海盆，形成巨大的印度冲积锥。沉积物组成的这个巨大的扇形地曾依次被无数的峡谷（扇形地峡谷）所切割，使那里的沉积物再次分布到更深的海盆。

阿拉伯海深海盆的最显著特征是：印度洋中央海岭从查戈斯群岛附近向西拐弯进入亚丁湾海盆。印度洋海岭是长为 75623 公里的洋中脊的一部分，洋中脊环绕地球，在世界各大洋中都可以找到。印度洋中央海岭随着新物质的涌出，海底在慢慢地扩张，涌出的新物质取代了海底扩张横移时所产生的空间。印度洋中央海岭的顶端在阿拉伯海的深度为 5000—6000 米处。这条海岭在进入亚丁湾之前，被一条从伊朗外海的深海底延伸到阿米兰特群岛附近的纬向断裂带（欧文断裂带）偏移。它的南面是索马里海盆，其深度约为 5182 米。北面是阿拉伯海盆，深度为 4519 米。海盆的底部，除了沿着东南部的外缘外，其余部分均被印度河的沉积物所覆盖，形成一个很大的冲积扇（Indus Cone）。阿拉伯海的东部边缘是查戈斯－拉克代夫高原。它由印度近海的拉克代夫岛附近向南延伸到南部的查戈斯群岛。马尔代夫群岛也位于这个海底高原上。海底高原的西部边缘是阿拉伯海和拉克代夫海分界线。拉克代夫海的东部边界是从马尔代夫群岛到斯里兰卡（锡兰）的一条连接线。这两个海区深海盆内的沉积物主要是红粘土和球房虫软泥〔参见 “海洋沉积物”〕。

阿拉伯海和拉克代夫海的表层环流受季风的影响。从 4 月到 11 月，由于整个大陆上的空气受热上升，从而产生了由西南方向吹向北部的季风。在季风的作用下，南赤道流的一部分〔参见 “赤道流系”〕向北并沿着非洲海岸流动，成为流速较大的索马里海流。索马里海流绕过阿拉伯海的北部边缘后与季风漂流会合，并向东流经斯里兰卡。因为西南季风湿度很大，所以这个期间成为高降水期。从 11 月—3 月，季风逆转，从东北方向吹来的干燥空气造成海流反向流动。此时，海流逐渐减弱，其中一个分支流入亚丁湾，其余部分沿着索马里海岸向南流去。阿拉伯海的表层水温为 24—28℃。

阿蒙森海（AMUNDSEN SEA）

南太平洋的边缘海，位于南极洲沃尔格林海岸的北面。西面以瑟斯顿岛附近的别林斯高晋海为界，东面与罗斯海以达尔特角为界，北面以南极圈为界。皮科克湾和伯克岛均在阿蒙森海的范围内。如同南极大陆的特点一样，阿蒙森海的大陆架比正常的陆架低，而且在大约 457 米的深度上出现断裂。科学家们认为这个断裂是大陆架在最后的冰期中因冰川的重压而产生的沉陷。阿蒙森海的海底上覆盖着冰川时期留下的陆源物质，海的边界深度为 400 米，海上终年被海冰覆盖，这些海冰向外一直延伸到距

岸160公里远的地方。

阿蒙森海是以伟大的挪威探险家R.阿蒙森的名字命名的。1897—1898年阿蒙森曾在挪威的捕鲸船Belgica号上工作过，这艘船在当时是第一艘在南极别林斯高晋海过冬的船，于1911年12月阿蒙森到达南极，他是第一个到达南极的人。

阿拉弗拉海(ARAFURA SEA)

阿拉弗拉海位于西伊里安(西新几内亚)和澳大利亚的北部海岸之间。边界如下：北面以塞兰海和班达海的南部边界为限；东面以珊瑚海在托雷斯海峡的西部边界和西伊里安的西南海岸为限；南面以澳大利亚海岸为限；西面以唐角(Cape Don)到丹尼巴群岛的连线为限。阿拉弗拉海的面积为103.2万平方公里，容积为20.4万立方公里，平均深度为197米。

阿拉弗拉海的海底与西部的帝汶海海底极为相似。阿拉弗拉大陆架大部分向北延伸，并突然地终止在细长的阿鲁海槽。阿鲁海槽的深度超过3650米，并且向西与帝汶海槽重合。位于卡奔塔利亚湾下面的阿拉弗拉大陆架的深度是50—80米，被海绿石砂和钙质砂所覆盖。阿鲁海槽充满着陆源泥和球房虫软泥。

阿拉弗拉海的水大部分由太平洋和印度洋水更新：太平洋水向南流入班达海；印度洋水由西南流过帝汶海沟。这个区域的表面流在夏季(南半球)相当不规则，但在冬季基本上向西流动。表层水温为26—28℃。

阿留申海流(ALEUTIAN CURRENT)

北太平洋中的一支东向流，也称为亚北极海流。它处在南到北太平洋海流和北到阿留申群岛之间。该海流最早的一个分支向北流入白令海，继而，当海流流经北美洲的北太平洋沿岸时，另一分支向北流入阿拉斯加湾，而其主流则向南形成加利福尼亚海流并沿加利福尼亚向南运动。

阿留申海流起源于黑潮和亲潮的混合水。然后充分发展，在610米之上的深度，流率为15×10^6米^3/秒。

阿特兰提斯(ATLANTIS)

见“神话与传奇”。

纬度(LATITUDE)

任意点的纬度是该点铅垂线与赤道平面之间的交角。由于可以认为地球是圆的，所谓铅垂线，对于所有的实际目的，都垂直于球体表面，任何垂直于赤道的平面和地球表面切成环，这个环上所有的点将具有同一纬度。纬度是自赤道向南、北以度、分、秒度量。因为地球不是球体，由纬度单位所表达的距离，在赤道和极地之间大约增长1%。在赤道，1°纬度等于110567.2米，在极地，1°纬度为111699.3米。

8 画

浅滩(BANK)

表示顶部比较平坦的海底高地的专用名词，其上面的水层很浅，但可以在水面上航行，例如著名的纽芬兰海岸外的格兰德滩渔场和冰岛南海岸外的劳西滩(Lousy Bank)

浅滩(暗沙)(SHOAL)

一种单个的隆起物，它距水面很浅，是海面航行的危险障碍，但是，又不是由岩石和珊瑚礁组成的。在水深仪未发明前，航行于有浅滩的水域内是十分危险的。1896 年 R. 金普林 (Rudyard Kinpling) 在他的"带警钟的浮标"的重复的诗句中("暗沙！当心暗沙！")，曾对浅滩作过戏剧性的描述。"浅滩"这个术语(出自"动物群")也用来表示一群"浮游动物"和"鱼群"。

浅水波(INTERMEDIATE WAVE)

见 "波浪"。

浅水波(SHALLOW－WATER WAVE)

见 "波浪"。

河豚(BLOWFISH)

见"鲀"。

河鲱(SHAD)

见"鲱鱼"。

河口湾(ESTUARY)

一种特殊的水域，在这里，来自陆地的淡水与海洋中的咸水相混合。对于河口湾，大多数海洋学家采用下述更严格的定义：一种半封闭的沿岸水域，与外海畅通无阻，在此水域内，海水被陆地排出的淡水显著地稀释了。根据地形，从严格的定义出发，河口湾可区分成三种主要的类型。

海滨平原河口湾 在最近一次冰期中，海平面的降低使河流切深了它的河谷，尤其是在它们以前与海洋相会的地方切割得更深。随着冰川的融化，海平面差不多回到它过去的位置，这样就淹没了新生成的河谷，那些沉积过程比海侵速度慢的地方，就形成了河口湾，而保留了河谷的典型特征。河口湾的形状为三角形，向海方向加宽，其深度不超过 60 米，其底部被新近沉积的泥和沙所覆盖。切萨皮克湾的河口湾系统就是一例。

峡湾 在某些地区，例如挪威海岸，在最近一次大陆冰川作用过程中，更新世的冰层把海岸附近的现存河谷大大地加深了。这种往下切割的作用往往是通过坚硬的岩石形成一种特殊的河谷形态。典型的峡湾形状大体上呈矩形，两边陡峭，底部为 U 形，除了有些地方由于沉积过程使底部变平坦外。在被淹没的河谷向海的一端通常有海槛存在，海槛的深度范围为 40 米到 150 米，但有些部分较浅约为 5 米。峡湾本身的深度可达 800 米，长度达 100 公里。挪威的松恩峡湾就是一例。

造坝河口湾 这种类型的河口湾是热带地区和沉积速度高的海岸区特有的。造坝河口湾与海滨平原河口湾类似，它们都在被淹没了的河谷上。它们的不同处在于，在造坝河口湾中河流携带的沉积物很多，以致在破浪带中〔参见"海滩"〕，波浪作用可建造起一种滨外沙坝来限制水的流动。在洪水期，这种沙坝可能被冲刷掉，但是，当河流恢复到正常流量时，沙坝又很快地重新建立起来。弗吉尼亚海岸的罗阿诺克河口的河口湾就是一例。

当然，象断层活动、滑坡和火山喷发这些过程也会造成特殊的河口湾。例如，由于圣安德烈斯断层系统活动的结果，圣华金河和被淹没的萨克拉门托谷地形成了旧金山湾。

河口湾的分类 根据流入的淡水比咸水轻这一事实，河口湾可按水的分层和流动特性分类。

咸水楔形 就其最简单的形式来说，咸水在湾内的分布情况犹如河流并不存在那样，也就是说，它的水面到处都与海平面一样。比重轻的淡水越过咸水楔顶流入海洋。实际的情况是这两个水层之间的摩擦使咸水楔的尖部变钝，并使其上表面变得起伏不平。如果淡水有足够大的速度，那么，在这个不平的表面上就会形成波浪，实际上这是一种破波。当发生这种情况时，上面的淡水层会把咸水带走，形成一种略带黑色的水流向海洋。此时，咸水楔就必须补充它所失去的水，这样就形成了一股沿着底部流向陆地的水流。如果潮差很大，那么，退潮时这两层水都可能流向海洋。密西西比河口湾就是这一类型的例子之一。

峡湾型 这种海湾与咸水楔形湾类似，不同之处是这里的咸水层要厚得多，而且在某种程度上有海槛阻挡着。淡水层的厚度趋近于海槛的深度。咸水的流入是潮汐作用的结果，也是外流的淡水夹带咸水的结果，特别是在流速比较高的海槛附近。在海槛

深度很浅的地方，下层咸水的替换是很慢的，因而在靠近底部处造成了类似于黑海那样的缺氧条件。

部分混合型河口湾 这种河口湾的特点是存在着很大的潮差，使湾内物质随潮汐的周期来回振荡。通过这种振荡而引起水增加或减少的量叫做进潮量。潮汐振荡使咸水层和淡水层中的湍流增强，这样使得这些层中的水明显地相互交换，进而引起表面层的含盐量增加，下层的含盐量减少，并使两个方向水的流速都增加。这样会在湾内形成两个方向的流速，其速度可达河流流速的 20 倍。由于湍流的作用，上水层的含盐量在向海方向上增加，而下水层的含盐量则朝着河口湾顶的方向减少。弗吉尼亚的詹姆斯河口是部分混合型湾的一例。

小结 总的来说，水生生物对它赖以生存的水中的盐分是很敏感的。河口湾是一种独特的环境，湾内的含盐量可从河水的盐度变到海水的盐度，并且在湾内任何给定的部位经常发生变化。有若干种生物适应了这种不稳定的环境并在其中繁殖起来，但是，它们在种类的多样性方面不象比较稳定的环境中那么突出。河口湾也成了许多在外海生活的动物的繁殖场。但不幸的是，人们认为在河口湾处适合建立大城市（如新奥尔良、旧金山、纽约等），但这样一来，城市和工业废物的倾倒，河道疏浚和填造陆地对河口湾内的幸存者带来了灾难。

沿岸流(LONGSHORE CURRENT)

见“海滩”。

沿滩沙堤(BARRIER BEACH)

见“海滩”。

波长(WAVELENGTH)

见“波浪”。

波浪(WAVES)

波浪定义为时变量，但同时也是空间的函数。换句话说，波浪在介质中是以这样一种方式传播的扰动，任何一点的位移是时间的函数，在任意给定时刻，又是相对于某未扰动的参考平面上点的位置的函数。这个定义不仅可应用于固体波，诸如地震波，连续地穿过地壳、地幔与地心；同样应用于液体中的波，诸如风浪拍击海滩，给游泳者和冲浪者带来愉快；也同样适用于气体中的波，空气中传递信息的声波。

海洋中，存在各种不同形式的波动，从风产生的表面波到由太阳和月球的万有引力产生的潮波〔参见 “潮汐”〕。此外还有表面看不到且沿表面下急剧变化的密度梯度层传播的内波，以及在我们实验中十分难得的海啸、风暴潮和假潮〔参见 “海啸”〕。所有这些波都可按照产生和恢复其垂直振幅、波长（相邻波的波峰或相邻波的波谷之间的距离）、周期（两个波峰通过一固定点所需的时间）和波高（从波峰到波谷测量的垂直距离）的力而进行有用的分类。

风波和潮波的区别早已论述过。下面只讨论表面张力波和重力波的区别。波长小于 0.73 厘米的波的垂直振动，主要由水的表面张力控制，这种波是众所周知的表面张力波。这种波可用圆滑的波峰和 V 字形波谷来表征。表面张力波的传播速度随波长的增大而减小，当波长最大时，可求得表面张力波最低的传播速度，如最大波长为 1.73 厘米左右的波的最低传播速度为 23 厘米/秒。

重力波的垂直振动产生于万有引力的恢复力，其传播速度随波长的增大而增加。这样，风波的速度从 23 厘米/秒到至今测量到的最长周期为 22.5 秒的波的速度为 34.7 厘米/秒。而对海啸波，其波速可高达为 268 厘米/秒。重力波还可以按其周期分成以下几类：短周期重力波，其周期低于 1 秒；一般重力波，其周期为 1—30 秒（此类波包括了我们在海洋表面所观察到的大部分波）；长周期重力波的周期 30 秒到 5 分钟；长周期波（包括潮波）的周期大于 5 天；超潮波的周期大于 12 小时或 24 小时。

另一种有益的分类是把波分为深水波和浅水波。此处“浅”和“深”的意思并不是指传播波的水的深度，而是指水深和波长之比。事实上，水深与波长之比大于二分之一的波为深水波，而水深与波长之比小于二十分之一的波为浅水波。深水波和浅水波之间的波（比值在二分之一至二十分之一之间）则为中间波。在这种定义下，海啸波即使在很深的海中传播时，也认为是浅水波，因为海啸的波长可能超过 160 千米（100 海里）。深水波的波速是波长的函数，较大的波长则有较大的波速。而浅水波的波速，只受水深的控制，与波长无关。同时，应该认识到，对于深水波，单个波的速度（相速）是其波列速度（群速）的两倍。这是因为在波列的前缘，波不断地消失，而在尾部又有新的波不断地产生的缘故。而对于浅水波，相速和群速则是一样的。

风浪（WIND WAVES）表面波和一般重力波的驱动力是风。应该说，风“驱动”平静的海面，直到使它变成由张力波、涟漪和小波组成的粗糙海面为止。然后，风又吹动不规则粗糙表面的一端，使表面的波动向另一方向传播。与此同时，风将更多的能量传递给海面，使粗糙程度加大。但是，风并不能产生具有单一周期和波长的波。在风浪产生区内（风以一定的风力和风时吹动该区的海面）的波浪，其周期为几分之一秒到一般重力波的极限周期（到目前为止，测量到的这种波的最大周期为 22.5 秒）。这样，在风浪区，当波浪沿海滩传播时，就不是很规则的波，而是杂乱、无规则的运动，因此，不能认为哪几个波是一样的或能用眼睛追踪的。如果波峰的开角低于 120°，它们将破碎，产生白浪；如果风吹得很猛，就会把波尖削掉。这样，就增加了产生充分成长海浪所需要的时间。

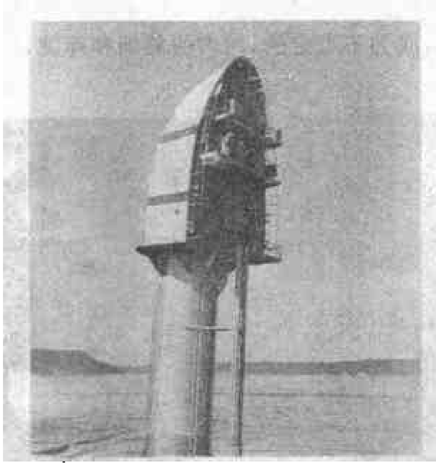


图 1　这是柱形浮标测量平台的垂直状态。由于波浪的作用，它做垂直振荡，因此，能给出开阔海域波浪的测量值。测量平台是被拖着沿水平方向运动的。为了保持图中所示的垂直状态，在圆柱的底部充满了水

在产生波浪的区域内，波高是由三个因素决定的：风速，风时（风吹的时间）和风区（在水表面上风产生的连续的作用距离）。对于每一风速，存在着这样的一点，在此点上，波浪不再成长，因为波浪破碎消耗的能量等于补充的能量，此时，我们称它为充分成长波。在发生充分成长波的地区，风时和风区随风速变化的范围很宽。例如，风速 10 节的风必需在 18.5 公里长的海面上，作用 2.4 小时，才能产生充分成长波；当风速变为 50 节时，所需要的风区为 2630 公里，风时为 69 小时。幸运的是，在世界上很少有风速超过 50 节达到充分成长波的地区。

海况是描述风浪区内外海面状况的术语。海况用 0—9 级表示，它表示一组波中最大 $\frac{1}{3}$ 波高的平均高度。凭海员长期的经验表明，波高的数值为产生该波的风速数值的一半。



图 2　海岸警备队的船在北大西洋海中翻滚

在风浪区内，海面呈不规则运动，这是因为具有不同波高、周期、波长的波列和不同方向、不同级的波相互迭加的结果。在某些地方，波峰和波峰会暂时重合，则一个波峰的高度就加在另一波峰上；有时波峰和波谷重合，则会高出海平面。然而，当这类波列运动到风区以外时（波运动的方向同风的方向一致），波长长的波会变成波长短的波（色散），并且波长短的波形成不久后即会消失。风区以外的波称为涌，风区以内的波称为浪。长涌可传播远至几百海里。例如，南极海岸的风暴时常以长周期的涌出现在加利福尼亚海岸，大部分这种风暴可以根据波运动的周期和达到的时间推算出来。因为波长愈短达到海岸的时间愈短。



图 3　图为加利福尼亚克雷森特（Crescent）城附近西北海面上的圣乔治灯塔前的破碎波。1923 年飓风期间，波浪将高出海面 23.3 米的灯塔平台击毁

在波传播时，水粒子作圆周运动，表面层水粒子运动的半径接近于波峰高度。水粒子在轨道上（波传播的方向）处在波峰时，向前运动；处于波谷时，再转回接近于它的起始点。但是，轨道并不完全闭合，因此在波传播的方向上，有小部分水的净传递。粒子轨道的直径随深度按指数形式下降，在深度等于二分之一的波长上，轨道的直径仅为表面的二十三分之一。这个波浪引起的运动对于混合作用和空气进入海洋表层是重要的因素。

当涌浪开始进入浅水时（深度等于二分之一波长时，波浪开始触及海底），水粒子的圆周运动，变成了与其说是环形不如说是椭圆形，并且随着深度的增加轨道逐渐变扁。在水-底的交界面处，运动简单地变为反复流，这个反复流对海底物质的运动和分选起着重要作用。这种影响由于圆周运动速度随深度的减小而增加的事实而有所增强。

在与海底交界的点上，波浪通过中间区而进入浅水波区，不论波长还是波高均以同一速度传播，并且由于与海底摩擦产生能量消耗，使波速和波高都有降低。在接近海岸的地方，由于海底摩擦，水粒子在椭圆形轨道上的传播比波形传播得快，两因素的

共同作用使波陡增加。波峰的开角小于120°时，或者波高与波长之比大于七分之一时，波高增长很快（碎波），成为不稳定的，向内的旋涡和碎波。

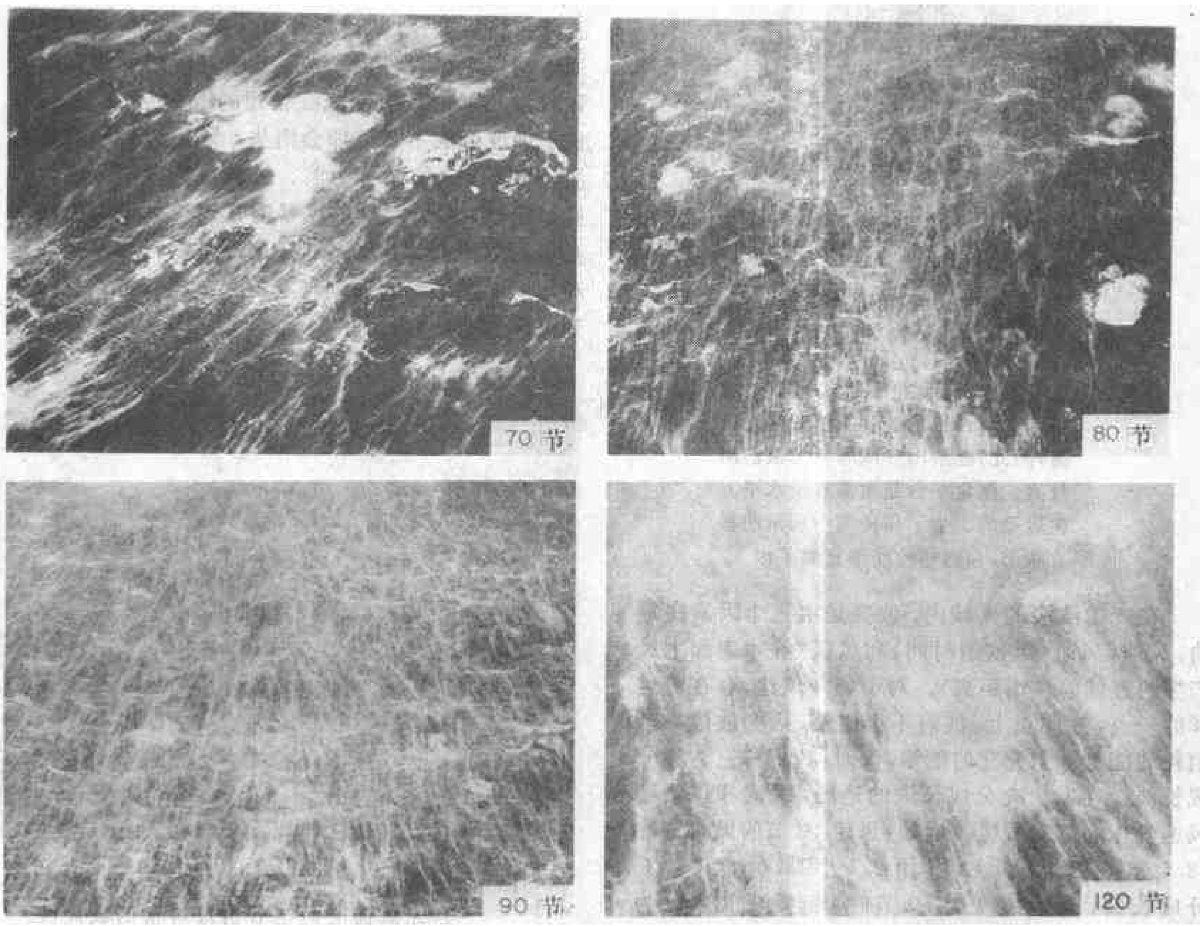


图4　当风吹过海面时，由风的驱动所产生的表面波。风浪的最终波高与风速、风时和风区有关。在40节的风速时，波浪的顶部被削掉，这样就限制了波高的继续增长。从波浪生长区传出来的长周期波可传播数百海里，称为涌浪。且带有嘶嘶的声音

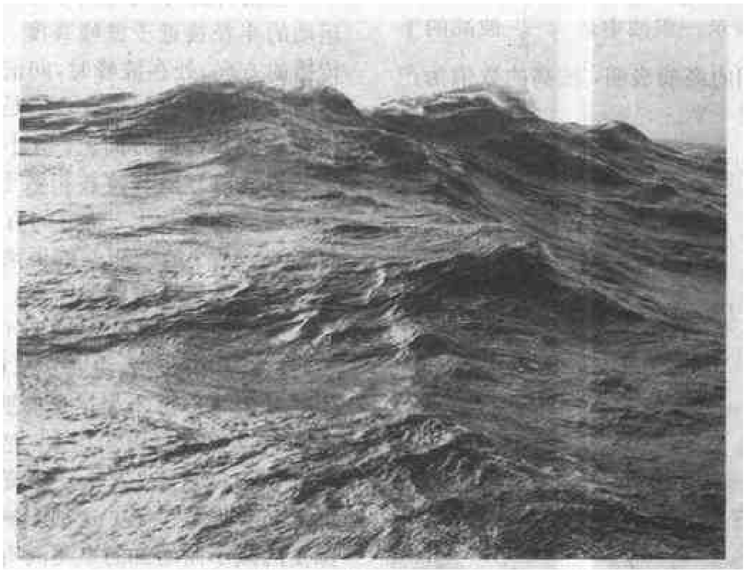


图5　波动海面上，波峰上的"白帽"。充分成长波产生的条件是，对于任一给定的风速，风浪达到某一高度而不再继续增长的波为充分成长波。达到某一高度后不再成长的原因是波浪从风那里得到的能量全部消耗于波的破碎需要的能量

由于众所周知的绕射过程，波浪并不一定以初始的角度冲上海岸。例如，当波以某个大角度如45°角接近海岸时，浅水中一部分波浪更靠近海岸，由于和底面接触面更大，这部分波浪在浅水中传播得更慢。这个过程逐渐使波浪转弯直至最后与海岸平行，这就是海滨线的长期效应。由于近岸海底的不规则性，绕射可能构成波能会聚，以致使海岸的局部断面严重侵蚀，或者能够消耗到达海岸的能量，从而使侵蚀减小。在岬区和某些点上，绕射也会产生会聚波，这样，在海岸的突出点的侵蚀率比在平滑地区要大得多。

如果海岸为岩石峭壁，并且为深水，则会构成干涉波。假如，一个具有单一周期的波列向岸传播，碰到峭壁时，然后再向相反方向反射，构成驻波。这个结果可用下面的事实予以说明，即如果两个同波长，同周期的波列沿相反方向传播，如果完全迭加，则成明显的驻波。波峰波谷在各波节间振荡。另一方面，假如波列以小于20°角的方向入射到峭壁，则不会再反射回来，而靠近海岸，在一定条件下，这种波的波高继续成长，而形成危险的主波(Kingwave)。

波斯湾(PERSIAN GULF)

有时也称伊朗湾，是印度洋的一个海湾。四周几乎被陆地包围，西北部有伊拉克和科威特，西面和南面有沙特阿拉伯、卡塔尔和阿曼，东部有伊朗。北部有阿拉伯河，汇合了底格里斯河、幼发拉底河和卡伦河这三条河的淡水，流入波斯湾。向海的一端，与阿曼湾、阿拉伯海相连，并经霍尔木兹海峡与印度洋相通。该湾长为990公里，宽为56—338公里之间。总面积为24.1万平方公里，容积为1万立方公里，平均水深为40米。有些地方水深可达170米。霍尔木兹海峡附近水深为110米。

至少在三千年以前，波斯湾对印度洋的贸易就起着重要作用。现在，由于这一地区周围有巨大的油田，波斯湾已成为世界上最繁忙的航道。现已探明波斯湾的贮油量占世界的2/3，提供了世界需油量的1/2。湾内有许多港口和装卸设备——有的能装总吨位为50万吨的超级油轮，大部分正在扩建和进行现代化建设。

波斯湾区域的气候极其干燥，湾内蒸发总量超过了阿拉伯河流入的径流量。要是没有霍尔木兹海峡流入的水，波斯湾早就干涸了。由于蒸发速率快，盐度非常高，海峡附近盐度达37×10^{-3}，西北端高达41×10^{-3}。表层水温为15.5-32℃。湾内的海流，表层主要来自海峡的低盐(较轻)水，经蒸发后逐渐增盐(变重)，并沉到较轻的表层水之下，流出海峡。

波斯湾的海底，覆盖着粉沙和高碳酸盐的粘土。粘土来自广阔的珊瑚礁。这些珊瑚礁呈带状或零星地分布于较浅的边缘海区。这些浅滩还存在着许多沙坝、泥滩和小岛。较重要的岛屿有霍尔木兹岛、克什姆岛和巴林群岛。

波弗特海(BEAUFORT SEA)

北冰洋的一个海，位于阿拉斯加北岸和加拿大以西的外海。西部以阿拉斯加的巴罗角附近为界，且与楚科奇海相邻；北部以巴罗角到帕特里克太子岛地角的连线为界；东部以地角经班克斯岛和凯利特角，到加拿大巴瑟斯特角的连线为界。波弗特海总面积为47.6万平方公里，容积为47.8万立方公里，平均水深为1004米。

波弗特海的名称，来自英国海军上将、水文学家波弗特爵士。1806年，他提出了蒲氏风级表，作为海上测定风力的等级。发现波弗特海的第一个欧洲人是A. 麦肯齐。1789年，当他沿麦肯齐河航行到河口时发现了该海。过了30年后，于1819年，英国海军上尉W.E.帕里(后为爵士)率领"赫克拉"号，于麦克卢尔海峡的西端发现了波弗特海，但由于冰太厚，未进入该海域就被迫返航了。1825—1826年，帕里的朋友J. 富兰克林取道于马更些河，进入了波弗特海，并向西考察到阿拉斯加北岸的比切角。11年后，于1837年哈得逊海湾公司的T. 辛普森考察了楚科奇海边缘的比切角与巴罗角之间的海岸，完成了波弗特海南部边缘的考察。

最后征服波弗特海和加拿大北部未被发现的北极地区的，还是从1848年以后这十年内才完成的。这次考察规模很大，包括了约近40次调查，主要是为了寻找"埃雷布斯"号和"特罗尔"号的船员。这两条船在J. 富兰克林的率领下，于1845年从英格兰出发，去探寻西北航道，不料被冰封冻，遇困于威廉王岛附近，1848年4月，两个幸存的船员，带着一点难以维持生存的生活用品，离开了他们被困的船只，试图从绝望中求生，希望能找到加拿大大陆，但结果都未能幸存。R. 麦克卢尔在"调查者"号上、R. 柯林森在"企业"号上的调查，是对波弗特海最重要的考察。1849年，这两条船都独自绕过合恩角，经白令海峡到达北极。麦克卢尔经过波弗特海航行到班克斯岛，并在那里发现了威尔士王子海峡，开辟了通向西北航道的要道。第二年，柯林森也考察了波弗特海并一直向东考察到班克斯岛。

虽然"波弗特海"这个名称，在地理学文献中已得到明确肯定，并得到国际水文局的承认，但对其独有的特性，还未从自然地理学或海洋学上给予论证。就其水团和环流的特征而言，波弗特海是构成北冰洋整体水域的一部分。大陆架宽度不超过150公里，是北冰洋边缘海中最窄的陆架。

流入波弗特海的主要河流有：安德森河、科尔维尔河和马更些河。这些河流都挟带着沉积物和砾石流入该海。历年的冰控作用和第四纪的冰川作用，把砾石搬运到沿岸近海，因而形成许多低矮的群岛，其中最大的是巴特尔(Barter)群岛和赫舍尔群岛，面积分别为14和19平方公里。从岸向海，有三条海底峡谷，把陆架割裂开来。

波弗特海海水的垂直结构可分为四个不同水层：表层为北极水，约100米厚，是这四层水中最冷的一层（冬末水温为−1.7℃）；下一层是较暖的太平洋水，从白令海峡进入，约100米厚；最暖的一层是大西洋水（0℃），约700米厚；第四层是底层水，约从900米直至海底。该海的主要环流为顺时针方向。一年中的大部分月份，冰块都向加拿大和阿拉斯加海岸堆积，只有8月中旬到9月才能航行。

波罗的海（BALTIC SEA）

北欧的一个内陆海。四周与瑞典、芬兰、苏联、波兰、民主德国、联邦德国和丹麦接壤，并经斯卡格拉克海峡、卡特加特海峡和丹麦海峡与北海相通。其中的丹麦海峡是由小贝尔特海峡、大贝尔特海峡和厄勒/松德海峡组成。波罗的海长约1496公里，宽为80−683公里。波罗的海的海岸线长为8045公里。波罗的海沿岸有许多海湾，芬兰和瑞典之间的波的尼亚湾是一个狭长的海湾，芬兰湾在芬兰和苏联之间向陆地延伸，里加湾是一个沿苏联沿岸凹进去的U形湾。此外，沿民主德国和联邦德国海岸线还有稍稍凹进去的波莫瑞湾、梅克伦堡湾和基尔湾。波罗的海中的岛屿主要有吕根岛、博恩霍尔姆岛、厄兰岛、哥得兰岛、萨塞马岛、奥兰群岛和丹麦群岛。波罗的海的面积为38.6万平方公里，容积为3.3万立方公里，平均水深为86米，最大水深为459米。

波罗的海是北欧基岩结构中的一个洼地。在最后一次冰期（11000—8000年前）之前，它曾几次为大洋的一部分。在最后一次冰期期间，波罗的海地区被从北伸入到欧洲的大陆冰川所覆盖，随着这个陆地冰川向北退却，由于冰川前缘及丹麦和贝尔特地区隆起的阻挡，从而形成了波罗的冰湖。在这个大陆冰川退至瑞典北部的一段时间内，波罗的冰湖水注入北冰洋边缘的白海中。大约在公元前6000—5000年，由于丹麦海峡和贝尔特地区的沉降，该冰湖水又改道注入北海。从此开始到形成现在波罗的海以前的这段过渡时期，这里又叫做利托里纳海。

环绕着波的尼亚湾入口处各群岛的水域称作奥兰海，其深度为300米。波的尼亚湾的最大深度为254米，芬兰湾的最大深度为100米。覆盖在波罗的海海底的主要沉积物是泥和粘土，在沿岸浅水处还有一些砂子。

波罗的海的水循环受周围大片陆地上流入的淡水影响很大，年流入的淡水量加上该地区的降水量再减去蒸发量，这个数量约是波罗的海总容积的1/40。在波罗的海中，低盐度（6—20ppt）的表面水通过松德和贝尔特海峡流入北海，而高盐度（20—30ppt）的北海水又流进波罗的海的底层，这种流动方式维持着波罗的海的盐度不变。

波罗的海的表面水，年温度变化范围为0—18℃；深层水，年温度范围为2−5℃。在极个别的冬季，整个波罗的海也会结冰，且冰厚为0.76米，但大多数冬季中，波罗的海只是北部由冰覆盖着。从12月末至来年5月，由于固定冰和流冰的存在，航行是十分危险的。

波罗的海的潮差很小，在哥本哈根，潮差为15厘米，而在斯德哥尔摩，潮差只有2.5厘米。但是，在波的尼亚湾会遇到风暴潮引起的海面变化可高达3米。

波罗的海是世界上最大的半咸水水体。由于波罗的海是半咸水、北部河流的低营养和通过丹麦海峡时的限制等因素，因而在波罗的海从事渔业的人数与丰产的北海相比要少得多。波罗的海商业性的渔获物有鲱鱼、鳕、鲑、鲽、普鳕、拟庸鲽和鳗鱼。

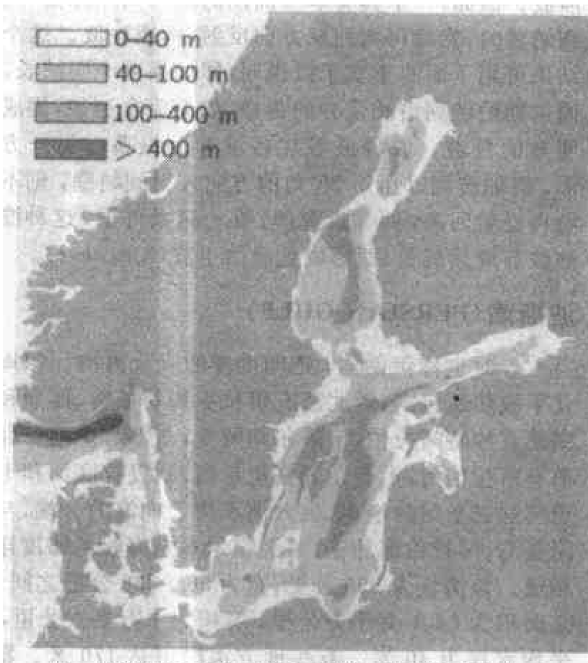


图　罗波的海的轮廓线清楚地表明了深度变化

波浪周期（WAVE PERIOD）

见“波浪”。

油鲱（POGY）

见“油鲱”。

油溢（OIL SPILLS）

由于石油被无意或有意地排放到海洋中所造成的。

据估计，近年来在油船进行标准作业例如清洗油箱和卸去压舱物的过程中，每年约有90万吨石油被排放到世界海洋中。此外，由于油船事故每年要溢出数十万吨石油。在1967—1977年期间，由于油船失事溢出大量石油的情况如下。

1967年“托雷坎阳”号在英格兰地角外海触礁，溢出石油82万桶。

1972年“红海星”号在阿曼湾碰撞，溢出石油80万桶。

1976 年"厄尔奎奥拉"号在西班牙拉科鲁尼亚触礁，约溢出石油 70 万桶。

1976 年"阿戈迈尔昌特"号在大西洋楠塔基特岛附近破损，溢油 18 万桶。

1977 年"夏威夷爱国者"号在北太平洋夏威夷以西着火并发生爆炸，溢油 67 万桶。

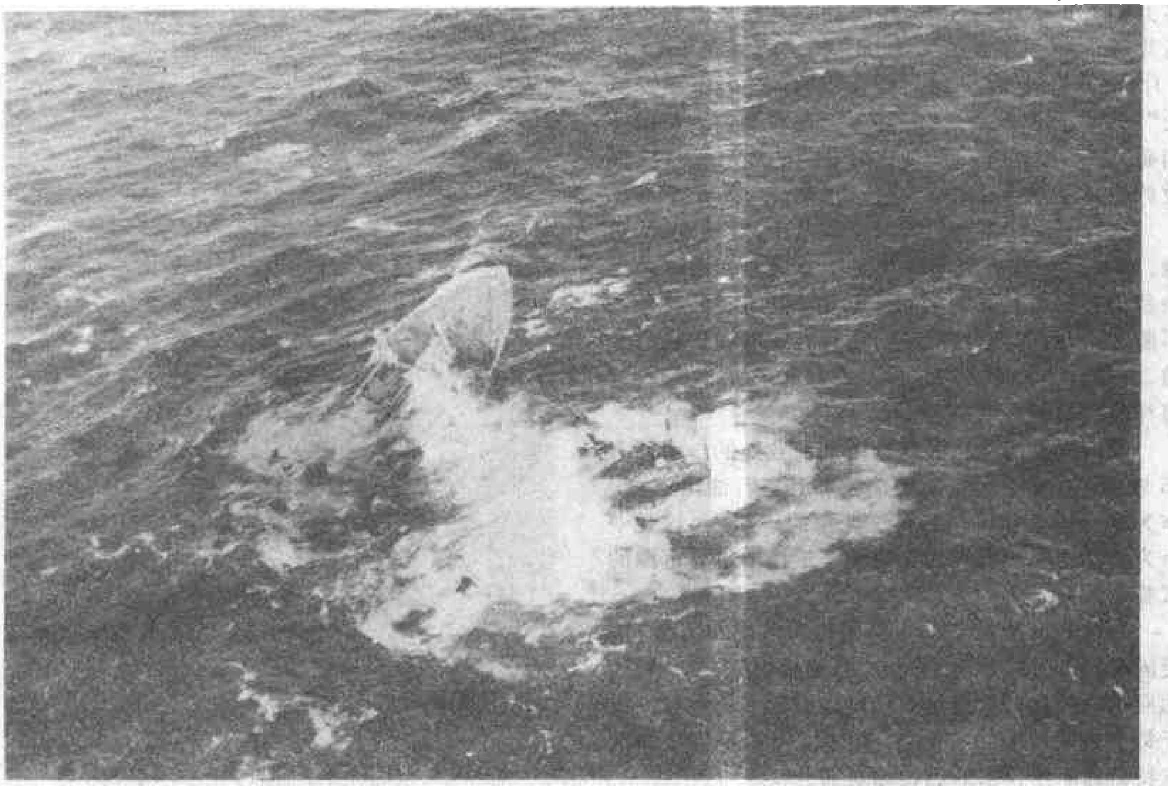


图 1 "阿戈迈尔昌特"号油船在楠塔基特岛外海触礁溢出的石油



图 2 一个生态研究组拍摄了圣弗朗西斯科和大苏尔之间的这张被油浸渍的海岸图

1978年3月"阿莫科卡迪兹"号在法国西北部岸外触礁，溢出100万多桶原油。1979年6月墨西哥湾岸外油井发生井喷，向海里漏失轻质原油200多万桶（作为比较，1969年加利福尼亚圣巴巴拉附近岸外油井井喷漏油为6000桶）。随后在1979年7月，两艘超级油轮(20万吨以上的油轮)"艾格安船长"号和"大西洋皇后"号在多巴哥和委内瑞拉岸外相碰，这是大西洋和加勒比海交界的区域。这次事故约使200万桶石油排入这一水域。

这种海洋污染必然涉及全球范围，对渔业、休息地、环境价值和人类健康都是不祥之兆。由这种污染所引起的各种影响还很少知道，但同时问题还在不断加剧，因为人口在膨胀，而且在燃料和矿物的运输、海底石油和油气的钻探以及海底采矿等方面，对海洋的利用还在增加。

美国国家海洋和大气管理局商业处的一个拥有25艘船舶的船队，把监测油膜和其它石油污染物，作为联合国全球海洋站系统计划的一部分，这是一个为全球性监测海洋污染物铺平道路的世界范围的试验性计划。

在油船非法把含油压舱水排入海洋的情况下，美国海岸警备队研制了一种"石油指纹"系统。它包括应用红外光谱法测定石油对这种辐射的吸收。由于每一艘船所装的石油各不相同，可以把溢出的油与特定油船所排出的石油相对照。



图3 在海上有风暴期间，一只小船试图靠近一大船以便加燃料，这种情况也能导致石油溢入水中

为了直接对付海上油溢，已提出并采用过不同的方法。这类技术不还处于初期阶段，但正在迅速发展，仅在美国每年就必须处理大约10000次事件。一种方法是采用聚氨脂泡沫船，其每小时能吸附19万升的石油。用这种船把油聚集起来，并把它除去。目的是在石油到达海岸之前将其捕获，石油一旦到达海岸，大概就只好把受影响的砂子运走。

其它的方法包括：对大块的油膜进行焚烧，使用油-水分离器、洗涤剂、化学分散剂和撇油器。

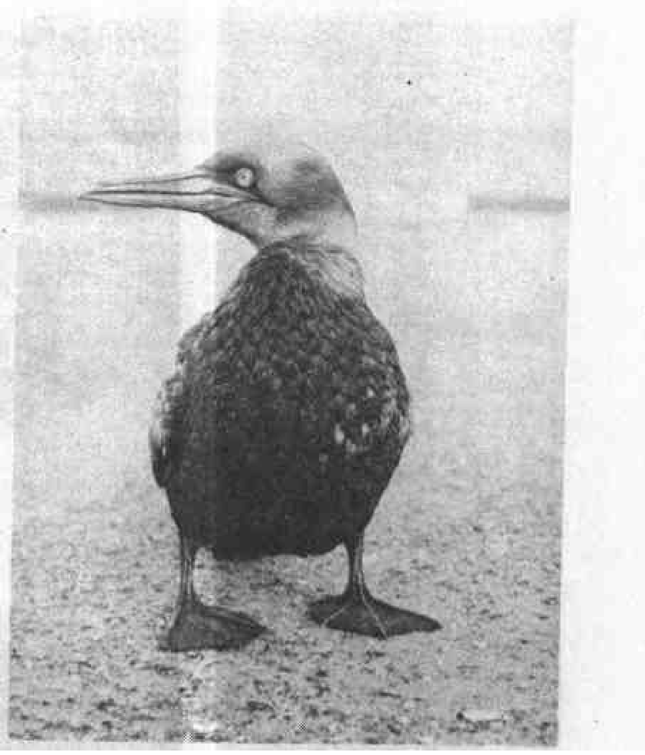


图4 石油和石油废弃物因疏忽或偶然被倾入公海，在另一地方引起海鸟的生命问题。在北卡罗来纳州纳格斯赫德的一个海滩上，这种被油渍的塘鹅不能飞，并将很快死去

变形虫(AMOEBA)

原生动物根足虫纲变形虫目中若干种类的属名。变型虫很微小，是非细胞动物，它有一张薄的保护膜（原生质膜）和一无定形的假足（叶足），假足是由细胞质的临时性凸起形成的，并作为行动用。现已发现的海洋种约有75种。

参见 "原生动物"

放射虫(RADIOLARIA)

原生动物辐足纲（Actinopodea）中一个亚纲的名字。这些微小的原生动物，由于在其大多数种类中具有令人注目的硅骨骼而知名。一个由一、两层膜构成的被膜，把内外细胞质分隔开是其特征。

与有孔虫相类似，放射虫特别是在世界各海洋的上层或透光层摄食。主要以微型藻和其它原生动物为食。这种死亡的动物壳，沉入海底，在海底聚成球形，形成所谓的放射虫软泥。这种软泥特别见于温带和极区海域的海底。

放射虫软泥(RADIOLARIAN OOZE)

见“海洋沉积”;“放射虫”。

盲区(SHADOW ZONE)

见“水声”。

空棘(COELACANTH)

一种很稀少的种(*Latimeria Chalumaae*),它是四“腿”(“four legged”)海洋鱼的名称并属于硬骨类总鳍总目。总鳍类是脊椎动物中最古老的一类,是古代地球史中的残存者,其中它们的大多数成员现已灭绝。

根据化石记录,空棘类约在六千多万年(60×10^6年)以前消失,并认为已经灭绝。直到1938年才在非洲的东海岸沿海捕到第一次证实的活标本。从那以后又重新发现了并经海洋动物学家研究过10多个这些栩栩如生的化石标本。现在一个重13.6公斤的标本存放在斯克里普斯海洋研究所内。一条空棘类鱼可重达90.7公斤,长度超过1.5米。

空棘类鱼被认为是一度曾经栖息在淡水中。惊奇的是,在恐龙时期以前,很久以来这种鱼几乎毫无变化地存活下来了。它们的身上有突出来的成对的腿状胸鳍和桨状腹鳍。这些肌肉的有鳞片的柄状物,动作起来如同鱼类的鳍和陆地上脊椎动物的肢相似。这种“失去的环节”的发现增强了生物学家长期以来的信念,认为约在三亿年前,在泥盆纪的末期,第一只两栖类动物离开大海而侵入陆地之前,海洋中的鱼已发生了这种类型的附肢。

空间海洋学(SPACECRAFT OCEANOGRAPHY)

应用卫星搜集和解释各种海洋数据的一门学问。第一个用来获得世界大洋资料的卫星是50年代末期的气象卫星。从那时开始,从高空监视海洋条件的概念变成了海洋科学的一部分——众所周知的称为空间海洋学。

首先开始用卫星研究海洋的是美国国家海洋和大气局。应用装备了适当感应设备的卫星观测海水的颜色、温度、结构、地形、营养的分布等,以研究海洋过程和生命的形成。

高空拍摄的照片的颜色与海洋、大气和海洋中的生物活动有关。深蓝色表示贫瘠清澈的外海,当含有叶绿素的浮游生物总量增加时,增添了谱的绿色和红色部分。海洋沉积趋于棕褐色。在浅海,白色海底是照片的发亮的区域,而有植物生长时,则变暗。高分辨率的彩色照片同样表明了海洋的物理和生物信息,诸如,上升流区,水团边界和沿岸排泄物的扩散模式[参见 “海洋光学”]。

从空间测量温度基于这样的事实,海洋和地球辐射的能量是在红外区和谱的微波部分——波长范围是从长波、红光的可见部分到雷达范围。在这范围内,空间敏感元件可能接受得到以热形式的辐射。从卫星上监视并记录下了驱动大气的热能的全球分布。船用卫星的高分辨率的辐射计,为海洋学家认识海洋过程提供了条件,从卫星上用红外线可以测量海流、海面水温、上升流的营养区和冰层的厚度。

除此而外,用于微波-无线电频段的工作元件,可以测到大洋温度、海面-海底的结构、小尺度的粗糙度、新成冰和多年冰的差别等。

斧足类(PELECYPODS)

斧足类这一名词是用于有两个壳的软体动物或双壳类,[参见 “双壳纲”;“软体动物”;“海洋贝类”]。

环礁(ATOLL)

见“珊瑚礁”。

环节动物(ANNELID)

见“海蠕虫”。

表面张力波(CAPILLARY WAVE)

见“波浪”。

刺丝囊(NEMATOCYST)

一种充满液体的瓶状细胞,常称作刺细胞——存在在如普通水母和僧帽水母等腔肠动物的触腕中。一根短的引发毛(刺柄)从细胞孔向外伸出。这充满液体的细胞含有一细小的“”,“”由一细长卷曲的纤丝(刺丝)附着在细胞壁上。当引发毛被触时,毛引起细胞压缩,在急速上升的水压之下将“”射出。当人们抚摸水母之后感到刺痛,烧痛,这种感觉是由“”的刺入和它所带的毒液的联合作用引起的。刺丝囊是在采集食物和自卫时用的。

参见 “珊瑚”;“海葵”;“有毒的海洋生物”。

取样管(CORERS)

见“海洋仪器”;“海洋学”。

拉布拉多海(LABRADOR SEA)

北大西洋的一个海湾,位于格陵兰与拉布拉多半岛之间。南面以格陵兰的南端费尔韦耳角与贝尔岛海峡正北之拉布拉多半岛查尔斯角的连线为界,贝尔岛海峡是劳伦斯湾的进出口;北面以格陵兰与巴芬岛之间的北纬66°纬线(正好在北极圈之北)为界。拉布拉多海虽是未被公认的单独水域,但科学家们却认为它有其独特的特征。

拉布拉多海的陆架,在格陵兰西岸的宽约50公里,而拉布拉多沿岸的陆架要比此宽两倍。陆架把拉布拉多海盆框成马蹄形,并向南开口。在戴维斯海峡的北部边界,有一个800米深的海槛,把拉布拉

多海与巴芬湾分隔开。从海槛往南，水深不断增加，到拉布拉多海南边的一些地方深达 4000 米。海底沉积由球房虫软泥组成，并混有来自周围陆架的粘土和粉沙。海盆的中部，显著地盘旋着洋中峡谷，北起戴维斯海峡的海槛，南达大班克斯顶端的索姆深海平原。通过峡谷，混浊流间断性地把大量沉积物带到海盆，甚至深洋底[参见 "海底峡谷"]。

拉布拉多海的海水环流，源于西格陵兰海流和拉布拉多海流，前者沿格陵兰西岸北上，后者从巴芬岛南下[参见 "海流"]。在这两支海流之间的广大水域，为大西洋水与北极水的混合水。冬季，这些水冷却到 3℃左右，密度增大而下沉并向南流。直到赤道以南尚可见到这种冷的高密度水[参见 "上升流"]。

拉布拉多海，只有冬季部分区域被冰覆盖着。东南部终年无冰，除非从格陵兰近岸漂来了冰山。东、西两岸 10 月开始结冰，12 月，冰区已从沿岸向外大为扩展，尤以加拿大沿岸更为显著。

拉布拉多海的潮差，西岸为 1.8 米，东岸为 4 米。

拉克代夫海(LACCADIVE SEA)

印度南端的一个楔形海区，东有孟加拉湾，西有阿拉伯海。其范围公认为：从印度西岸的萨达希夫加德灯塔起，经科拉戴夫赫，沿查戈斯-拉克代夫海台西侧南下，到阿杜环礁(马尔代夫)，然后往东北到斯里兰卡(锡兰)的栋德拉角，并经亚当桥到印度，沿印度海岸到萨达希夫加德灯塔的连线为界。多数海洋学家认为，拉克代夫海是阿拉伯海的一部分，其主要特征已在阿拉伯海条目里讨论过。

拉普帖夫海(LAPTEV SEA)

有时偶而也称诺尔登斯克乔尔德海，是北冰洋的一个边缘海，位于中西伯利亚北岸(苏联)外海，在西伯利亚洼地附近。拉普帖夫海的西部，以北地群岛的东海岸为界；东部，以科捷利内岛西岸和利亚霍夫群岛为界。北面与北冰洋相邻，从北地群岛北端的北极角起，沿等角线航线，到科捷利内岛之北 150 公里，东经 139°处的连线为界。总面积为 54 万平方公里。拉普帖夫海是个陆架海(其大部水域都在陆架上)，水深小于 100 米的面积约占 64%。但北部边缘，海底向 3000 米深的南森海盆倾斜，因而，使拉普帖夫海的平均深度为 519 米。

在北极圈以北 643 公里的北部边界，强烈地受北冰洋永久性浮冰群的影响，拉普帖夫海是全球最危险的环境。冬季，最低气温为 −50℃，夏季，最高气温为 30℃，年平均气温为 −13℃。水温在 0—11℃之间，降水量很少在 10 厘米以上。

冬季，拉普帖夫海全部被冰所覆盖，而且可持续大半年。北部边界有的年份甚至连暂短的夏季(2—3 月)，也仍被冰覆盖着。再加上北地岛上冰川的崩解，漂来了许多冰山，以沿岸浅滩海水的辗磨作用，对海岸的侵蚀极为严重。此外，勒拿河和雅纳河每年还把 1590 万吨的沉积物带入拉普帖夫海。由于这种海岸侵蚀和沉积搬运的共同作用，使其南部边界形成一条复杂多变的海岸带。海岸线为不规则的锯齿形，深深地嵌镶着许多海湾，如哈坦加湾、阿纳巴尔湾、奥利尼奥克湾等。

拉普帖夫海，虽然环境严寒，但生物资源仍很丰富，繁殖着各种浮游植物和浮游动物。代表性的鱼类有西伯利亚 Crisco、北极红点鲑和鲟。哺乳动物中有海象和〔无喙〕海豚。在德米特里拉普帖夫海峡，有许多长毛猛犸的化石遗骸。该海峡的猛犸海岸(Mammoth coast)就是为纪念从前死去的哺乳动物而得名的。

枪鱼(SPEARFISH)

一般用于那些具有枪样喙的海洋鱼类的名称，如其称作枪鱼(marlin)[参见 "长喙鱼"]。

林尼厄斯，C.(LINNAEUS, CAROLUS 1707—1778)

卡罗勒斯·林尼厄斯又名卡尔·林奈是一位瑞典植物学家。他被公认为是第一个严格有序体系的创始人，而这个体系为植物和动物(包括世界大洋的动植物)的命名和分类提供了现代科学方法的基础。

林尼厄斯出生在瑞典拉什尔特的一个小村庄里。他在 1761 年，当瑞典国王封他为贵族的时候改名为卡尔·冯·林奈。年轻时，学习牧师，后来在隆德和乌普萨拉大学学习医学。他对被人们忽视了几个世纪的一门科学——植物学的学习最感兴趣。当林尼厄斯还是学生的时候，他在鉴定和分类植物方面的天才就已被广泛地承认了。由于这种承认，他于 1732 年受乌普萨拉科学院委任带领一个科学考察队到尚未开发的拉普兰去考察和鉴定该地区的资源。这次考察在植物学方面的成果以林尼厄斯编著的《拉普兰的植物区系》(Flora Lapponica)为书名而出版。林尼厄斯于 1739 年在荷兰 Harderwijk 的医科学校获得博士学位。后来于 1740 年，他出版了另一本书《天然植物的分类法》(Systema Naturae Fundamenta Botanica)。这本书受到世界上广泛的赞扬。1741 年，林尼厄斯在乌普萨拉大学担任医学主席。从那时到 1778 年逝世，他一直是在那里工作和生活的。

林尼厄斯在乌普萨拉工作期间，于 1753 年出版了他的《植物种类》(Species Plantarum)一书。该书以植物名称的双名系统而称著。这种用两个名字——种和属对植物的命名法是一项很重要的成就。它不仅极大地简化了以前用一个简单名称后面跟着一组描述性名词和形容词来确定植物在分类学上的位置的繁锁办法，而且这种革新还便于对那时大量新发

现的植物进行识别和分类[参见 "分类学"]。

板块构造(PLATE TECTONICS)

见"大陆漂移"。

板鳃鱼类(ELASMOBRANCHS)

鲨鱼和鳐科鱼的俗称[参见 "鲨鱼"]。这些软骨鱼属软骨鱼纲(Chondrichthyes)的板鳃亚纲(Elasmobranchii),它们是以分离的鳃孔,无鳔和雄性具有体内受精用的交合突器官以及在头部有感觉器官(Ampullae 或 Lorenzini)为特征。

鲨鱼和鳐科以及全头亚纲(Holocephali)(银鲛)被认为是由1亿5千万年(1.50×10^8)前的盾皮鱼纲(Placodermi),一群已绝迹的、身体以硬骨片武装和骨骼不完整的鱼类演变而来的。

板鳃类特别以它们的软骨骨骼和鱼体组织为特征,它们的克分子渗透压浓度复原到海水的克分子渗透压浓度除了依靠体液中有盐的浓度之外,还有大量尿素存在。这一渗透调节系统使板鳃类鱼通过鳃和口腔膜吸收少量的水并足以形成尿。这一系统也要求雌鱼的胎儿必须是在体内或者是在鱼体内的硬壳卵中。因而,它们由交合而内部受精是重要的。交合是通过改变了的脚鳍或称交合突进行的,雄鱼利用交合突传送精液。

通过比较,硬骨鱼或具有真实骨头的真正鱼,与板鳃鱼类相比,经历了不同的进化历程。它们的肾脏构造和蛋白质的新陈代谢是很不相同的。硬骨鱼类也不象板鳃鱼类那样,它们很少具有精囊和精子的暂时贮存器官,其中有几种鱼,例如有些鲑鱼,并没有真正的输精管。在另一些鱼类中,精液通过改变了的肾脏管道而向外排泄,而另外几种鱼类的精液完全不经肾脏。此外,这些海洋鱼类保持血液克分子渗透压浓度大大低于海水,这与较高等的无脊动物相近[参见 "无脊椎动物"]。许多排泄物经过皮肤或肛门排出,大部分由肾脏排除。海水比这些鱼内体液的浓度更大,因而根据渗透调节原理,水从鱼体内除去或"吸出"时,海水中盐分则被吸入(渗透调节是生理机制使细胞内外液体的渗透压活度,保持在适合的和恒定的水平上)[参见 "渗透作用"]。海洋鱼类通常由嘴消耗大量海水,而淡水鱼则采用特殊的方法防止水的渗入和盐的损失,盐分趋向于自鱼体排出。淡水鱼通过鳃而不是通过嘴引入水。咸水中的鱼很少排泄尿,而淡水鱼则利用它们的肾脏以大量排尿的方式排泄掉废物。

软体动物(MOLLUSK or MOLLUSC)

软体动物这一名词用于任何属于软体动物门(Mollusca)的成员,它们是没有环节,两侧相等的无脊椎动物,包括牡蛎,蛤,贻贝,柔鱼,章鱼等。这些动物的身体是柔软的,事实上,软体动物,即MOLLUSK这一名词是从这一事引伸出来的(拉丁文*Mollusca*,意为一软壳的果子)。软体动物共分为六个纲:单板纲(Monoplacophora),双神经纲(Amphineura),掘足纲(Scaphopods),腹足纲(Gastropoda),双壳纲(Bivalvia)或称斧足纲(Pelecypoda)和头足纲(Cephalopoda),包含有十万种以上已描述过的品种。这一门动物以具有分泌外壳的器官、外套和位于口内的摄食器官及齿舌为特征。

软体动物是所有动物类中适应性最强的动物。它们既可以生活在很深的海洋深处和浅的水域内,也可以生活在陆地上的高海拔和低洼处以及在急流的河流和平静的池塘中。再者,除了有几类蛤和蜗牛之外,所有软体动物在世界海洋中可以栖息的地区都可以见到。

在海洋的潮汐带或沿海,软体动物往往是很繁盛的,特别是蛤与蜗牛,但也可以见到数量较少的柔鱼与石鳖。在大海的中上层区域或表层水域内的软体动物与在潮汐带中的软体动物相比,其数量较少而且更特殊化,例如少数头足类(柔鱼,章鱼和鹦鹉螺)以及一些无壳的蜗牛与无壳的蛤。在深水层较黑暗的深水处有双壳类,章鱼和巨大的柔鱼,以及一些象早先地质年代出现的古代生物一样的动物。

国际海洋考察十年 [INTERNATIONAL DECADE OF OCEAN EXPLORATION (IDOE)]

70年代进行的一项长期多学科的国际合作海洋学研究计划。IDOE计划主要包括环境预报,海床评价,生物资源和环境质量几个方面。

IDOE的想法最初由美国总统于1968年3月提出。在1968年12月的联合国大会上确认了"在一个长期研究和考察规划组织范围内进行国际海洋考察十年的思想"。

1969年底,美国国家科学基金会(NSF)承担了IDOE美国部分的计划、管理和资金方面的责任。

IDOE的目标是:

* 提供改进环境预报所需要的科学根据;
* 测定大洋底的潜在资源;
* 通过自然环境状况的科学观测确定世界大洋环境的质量,评价人类活动对环境的影响以及为保护海洋环境而采取正确行动奠定基本的科学根据;
* 通过现代化的和标准的国家及国际海洋资料的收集、处理和分发手段改进世界范围的资料交换问题;
* 为海洋生物资源的科学利用提供必要的生物过程的基本知识。

这些目标的研究分为几个合作项目来施实。例如,地球化学海洋剖面研究(GEOSECS)包括了美国14所大学的地球化学家和来自比利时、加拿大、法国、德国、印度、意大利和日本的一些地球化学家。在其环境质量研究中,研究组沿着北冰洋纵剖面和在大西洋及太平洋中的各种深度上对大洋的特性作

了详细的测量。1978 年 4 月，地球化学海洋剖面研究完成了主要大洋的精确化学测量计划。这些测量第一次提出了同一来源水样的物理和化学测量数据。这些调查是由美国的几个研究实验室同加拿大、法国、联邦德国、印度、意大利和日本的科学家、实验室及调查船共同完成的。所获得的样品都收藏在伍兹霍尔海洋研究所里。并且其资料以 12 卷图集的形式出版。这些项目的研究成果对于颗粒物质在海洋化学中的全面重要性和北大西洋中深水形成的速率等问题提供了新的有价值的认识。

环境预报方面主要是研究气候与海洋之间的关系。在中大洋动力学实验[参见 "海流"；"中大洋动力学实验"] 中应用了各种类型的风和海流记录器、船舶、飞机和自由浮动仪器。其它的研究还包括北太平洋实验 (NORPAX)。它的目的是调查研究北太平洋上层的变化情况及其与上覆和邻接的大气关系。除了这些研究，还进行了南大洋的调查和它们与大气环流型式的关系研究。另外还附带进行了气候的长期研究、制图和预报基础研究工作(CLIMAP)。它的中心议题是利用深海沉积物作为原始的资料源来描述和解释近 100 万年来的气候变化。

海床评价计划，它的主要目标是寻找沿着大陆边缘、中大洋海脊和深海盆所进行的地质过程的解答。这些计划分为大陆边缘研究，板块构造和矿床成因研究以及锰结核研究等小组来进行。大陆边缘研究的目的是为了更好地了解大陆板块的相互作用，特别是这种过程中的情况。因为它可能与碳氢化合物和矿床的形成有关系。这项研究重点放在非洲大西洋陆缘、西南大西洋陆缘和加勒比陆缘地区。板块构造和矿床成因研究中有一项重要的海底扩张研究是关于秘鲁－智利海沟区的纳斯卡板块的研究。在研究中，为了确定海底扩张型式，专家们将地震折射和地震反射观测与提供详细测年学的测深法、地貌学、火山作用和地震性的分析工作同时进行。对这个区域沉积物的研究表明，海水热液系统最初萃取和传输金属是以新喷发的火山岩的形式向外散布的，并且这个过程不仅仅影响到海水的组成，而且还导致了许多重要矿体的形成。同样，在板块构造和成矿研究中，Famous (法 - 美联合中大洋海下调查) 计划的科学家们在工作中利用潜水器考察了中大西洋海脊的断裂谷，并对新生成的大洋底断层和熔岩流作了第一次直接地观测。根据这些研究，已经能够精确绘制出比例尺大小不同的、显示海底地质特征的地质图。法 - 美联合大洋海下调查期间取得的样品和拍摄的照片为海底扩张、新地壳形成和矿物的热液侵位研究提供了新的资料。

生物资源计划集中进行复杂的海洋生态系统的研究。目的是为改进大洋生物资源的管理和合理利用提供科学根据。这项计划包括象沿岸上升流生态系分析(CUEA)和海草生态系研究(SES)等这样一些研究项目。

国际海洋科学组织 (INTERNATIONAL MARINE SCIENCES ORGANIZATIONS)

指那些在世界范围内努力促进海洋问题研究和协调的海洋学研究团体或机构。

近年来，在海洋科学方面相继出现了许多委员会、公共机构和规划组织。它们或者是直接的或者是间接的执行上述的任务。要列出所有这些机构的名字和详细描述它们的活动情况恐怕需要写一大本书。过去已经编写出版过一些这类指南。例如，《水生生物学和水产机关名录》"World Directory of Hydrobiological and Fisheries Institutions (由设在华盛顿的美国生物科学研究所出版，国会图书馆卡片号 63—18290) 列出了仅从事海洋生物学方面研究的世界组织就有 2000 多个。除此之外，《国际海洋科学家指南》(联合国粮农组织出版) 不仅包括世界上 91 个国家的 5745 名海洋科学家的姓名(按字母顺序和海洋学专业排列)，而且还列出了海洋学和海洋工程方面世界性的公共机构。另外，美国国家海洋资料中心(美国各政府部门发起的、着重在海洋环境方面的职能部门) 也是一个情报来源处。这个中心出版的有关海洋科学领域的国际组织一览表包括 115 个机构。

因此，要把全部的国际海洋科学机构都罗列出来是比较困难的。现仅把在海洋学研究的各个方面有代表性的重要国际组织简述如下：

*** 海洋资源研究咨询委员会(ACMRR)**

通讯地址：Secretariat Advisory Committee on Marine Resources Research Via delle Terme di Caracalla Rome, Italy

海洋资源研究咨询委员会 (ACMRR) 于 1962 年建立。它是联合国粮农组织(FAO)所属的非政府性机构。ACMRR 的成员由 15 人组成。其人选由 FAO 根据他们个人的能力委任。任期一年。为了担负政府间海洋学委员会(IOC)的咨询任务，当其成员任期期满后，对那些合适的人员则重新进行委任。这个委员会审议 FAO 负责人提出和制定的关于海洋渔业资源研究方面的组织规划。同时，这个委员会又是 IOC 渔业海洋学方面的咨询部门。该委员会的工作报告定期出版。

*** 海洋气象学委员会(CMM)**

通讯地址：President Commission for Maritime Meteorology Meteorological Branch 315 Bloor Street West Toronto 5, Canada

关于设立这个委员会的最早想法是在 1853 年几个海洋国家开会研究发展搜集天气观测资料的规划时形成的。初期的名称叫天气信号和海图投影比例尺委员会。1910 年改名叫海洋气象和天气信号

委员会。从1919年起，这个委员会开始用现在的名称。1951该委员会并入世界气象组织(WMO)，成为该组织的8个技术委员会之一。

这个委员会的成员由56个国家的代表组成。委员会的任务是从事改进天气服务方面的工作；收集气象学资料供发布天气预报和警报使用；为实施海上观测组织气象台站网；以及推动海浪和海冰的气象学方面研究等。

***海洋资源工程委员会(ECOR)**

通讯地址：The Secretary Engineering Committee on Oceanic Resources 2101 Constitution Avenue, N. W. Washington, D. C. 20418 U. S. A.

海洋资源工程委员会(ECOR)作为国际上非政府性的工程专业团体于1971年正式建立。ECOR的目的是为了在海洋工程专业方面建立一个国际中心。其工作重点主要是以下几方面：(1)建立和保持国际海洋工程事务方面的联系；(2)从工程的观点向国际上和政府间机构以及单独的国家在政策、规划和组织海洋问题方面提供咨询；(3)在海洋的利用和提高海洋环境的特性方面为工程专家提供帮助。ECOR的专业范围包括与海洋环境有关的工程实践中的各种问题(例如设计、管理、作业、规划和研究等)和所有的工程学科(如生物工程，土木工程，化学工程，电子工程，机械工程，采矿工程，海军建筑工程和交通工程等)。海洋资源工程委员会每季度出版一期新闻通讯，另外还出版一些国际上感兴趣的各种海洋工程问题的技术研究报告。

1976年，海洋资源工程委员会由13个国家成员和5个国际组织(国际疏浚公司联合会，国际水力研究协会，国际水污染研究协会，国际造船专业人员代表大会和国际预应力研究协会)成员组成。

***国际生物海洋学协会(IABO)**

通讯地址：Secretary International Association of Biological Oceanography National Institute of Oceanography Wormly, Godalming Surrey, United Kingdom

国际生物海洋学协会(IABO)于1954年成立。它是国际生物科学联合会(IUBS)普通生物学处的一个非政府性组织。设在戈达尔明的国立海洋学研究所还向全世界的海洋学部门提供标准海水服务[参见 “标准海水”]。

***国际海洋物理科学协会(IAPSO)**

通讯地址：Secretary International Association of Physical Sciences of the Ocean Woods Hole Oceanographic Institute Woods Hole, Massachusetts 02543, U. S. A.

国际海洋物理科学协会(IAPSO)是在1919年作为国际大地测量及地球物理学联合会(IUGG)的海洋学部建立的。1967年由国际物理海洋学协会改为现在的名称。

该协会的宗旨是通过它的出版物(如《会议纪要》和其它科学出版物)促进海洋问题的科学研究，组织和协调国际研究及国际科学会议。IUGG的成员国通过他们的国家科学院派遣代表团参加IAPSO的会议。

***国际海洋考察理事会(ICES)**

通讯地址：Secretary-General International Council for the Exploration of the Sea Charlottenlund Slot Charlottenlund, Denmark

该理事会于1902年创立。它经管一个研究实验室，并鼓励与海洋考察有关的各种研究，协调参加国的活动。这个理事会定期出版各种报告、通报和资料目录。理事会的成员由17个成员国各派2名代表组成。

***国际科学联合会理事会(ICSU)**

通讯地址：Secretary-General International Council of Scientific Unions Via Cornelio Celso 7 00161 Rome, Italy.

这个理事会于1919创立。当时叫国际研究理事会(IRC)，1931年开始采用现在的名称。

国际科学联合会理事会主要是协调和促进国际科学联合会的活动，担当国家附属机构的协调中心，鼓励国际科学活动，以及和联合国专门研究机构与有关部门保持联系等。该理事会出版通报(季刊)、年鉴和其它各种报告等出版物。

***国际地理学联合会(IGU)**

通讯地址：Secretary-General International Geographical Union Blumlisalpstrasse 10 8006 Zurich, Switzerland.

国际地理学联合会于1922年创立。它的主要任务是促进地理学问题的研究；推动和协调需要国际合作的研究项目；提供科学讨论的机会和出版物(例如，国际地理学联合会新闻通讯——委员会的半年度报告，和文献书目等)；安排国际代表大会并在代表大会闭会期间为专门问题的研究委员会进行工作。联合会成员由62个国家的附属组织，国家委员会和非正式成员组成。

***国际水道测量局(IHB)**

通讯地址：Director International Hydrographic Bureau Avenue President J. F. Kennedy Monte Carlo Principality of Monaco

国际水道测量局(IHB)创立于1921年。它是各海洋国家水道测量服务部门之间的一个常设协会。其主要任务是协调各国水道测量部门的工作，以便为在整个海洋上的安全航行提供方便；从事水道测量资料格式的统一工作；促进水道测量学的发展；推

动各国间航道图和有关情报资料的自由交换。国际水道测量局出版各种水道测量通报和文献。IHB 的成员由 40 个国家政府部门的代表组成。

*** 政府间海洋学委员会(IOC)**

通讯地址：Chairman Intergovernmental Oceanographic Commission UNESCO Headquarters Place de Fontenoy Paris 7e, France

政府间海洋学委员会(IOC)于 1960 年在联合国教科文组织内部形成。该组织的宗旨是促进海洋科学调查，通过所有成员国的共同努力增进对海洋性质及其资源的了解。海委会出版会议摘要报告等出版物。海委会成员由 65 个国家的政府代表组成。(海委会到 1982 年底已有 105 个会员国——译者注。)

*** 国际大地测量和地球物理学联合会(IUGG)**

通讯地址：Secretary-General International Union of Geodesy and Geophysics Geophysics Laboratory University of Toronto Toronto 5, Canada

国际大地测量和地球物理学联合会于 1919 年作为国际研究联合会(即现在的国际科学联合会理事会)的一个分会而创立的。该组织的宗旨是促进有关地球的外形和地球、海洋和大气的物理学中各种问题的研究。它引导、推动和协调需要国际合作的大地测量学和地球物理学问题的研究和调查。这个联合会每月出版一期"大事记"，还不定期出版一些临时性专题论文。联合会成员由 7 个国际联合会的代表和 58 个国家政府、科学院或部委派遣的代表组成。

*** 国际海运会议常设理事会(PIANC)**

通讯地址：Secretary-General Permanent International Association of Navigation Congresses 60 rue Juste Lipse Brussels 4, Belgium

国际海运会议常设理事会于 1900 年创立。该组织的任务是促进内陆和海上航道的养护和发展工作；编辑出版这个领域的情报资料(例如季度通报、技术论文、会议录、技术指南、文献札记和报告等)；发起特别问题的研究；组织国际代表会议，并通过会议交流各成员的经验和研究成果。理事会成员由 69 个国家中的 50 个政府、团体和个人代表组成。该理事会还在 25 个国家中设立了分部。

*** 平均海平面常设服务处(PSMSL)**

通讯地址：The Permanent Service for Mean Sea Level The Observatory Birkenhead, Cheshire England

平均海平面常设服务处(PSMSL)从事收集和散发平均海平面资料(每三年出版一次月度和年度的平均海平面值资料)。该组织实施保证海平面的观测精度和可靠性达到较高标准的研究；它还鼓励长期安装和保养新的海平面水准仪器；提供计算方法和努力使资料储存与出版方式现代化。

*** 海洋研究科学委员会(SCOR)**

通讯地址：President Scientific Committee on Oceanic Research Scripps Institution of Oceanography P. O. Box 109 La Jolla, California 92037, U. S. A.

海洋研究科学委员会(SCOR)于 1957 年由国际科学联合会(ISCU)组建。这个组织承担联合国教科文组织和政府间海洋学委员会的科学咨询任务。SCOR 和印度政府、联合国教科文组织联合发起在科钦设立了印度洋生物学中心。SCOR 还协调国际海洋物理科学协会、国际海洋考察理事会和海洋资源研究咨询委员会的活动。SCOR 出版它的会议录。它的成员包括 8 个国际联合会(ICSU 的成员)和 28 个国家委员会。

*** 联合国教科文组织(UNESCO)**

通讯地址：Director-General United Nations Educational Scientific and Cultural Organization Place de Fontenoy Paris 7e, France

联合国教科文组织是以通过国家之间教育、科学和文化的合作来促进世界和平与安全为宗旨，于 1945 年建立的。该组织通过组织科学家会议，发展包括海洋学在内的各个学科的国际合作；该组织支援国际科学组织的活动并促进科学情报资料的交流。例如 1965—1975 年间的国际水文学十年(IHD)和海洋学规划等都反映出了这一宗旨。联合国教科文组织出版许多"通报"和其它出版物。并且还每年编发其出版物目录。联合国的成员国都是教科文组织的成员，对于其它国家，要通过投票表决才能接纳。

*** 世界资料中心(WDC)**

通讯地址：World Data Center A. Oceanography Washington, D. C. , U. S. A.

World Data Center B. Oceanography Molodezhnaya 3 Moscow B — 296, U. S. S. R.

经由世界资料中心的(WDC's)国际资料交换早在 1958 年间的国际地球物理年(IGY)就已经组织起来。在国际地球物理年结束时，经由世界资料中心的资料交换工作委派给国际地球物理委员会(CIG)负责，后来又由国际科学联合会理事会的专门小组管理。世界资料中心的主要责任是收集和分发资料，并负责处理海洋学资料。该中心每 6 个月出版一期资料和新到出版物的目录。

上述这些机构仅仅是国际海洋科学组织的一部分。通过它们，读者可以大致了解到国际海洋学组

织形式的某些情况。除此之外，世界上许多国家的科学院，技术协会，海洋科学和海洋工程研究所、实验室和中心等部门的工作都是不容忽视的。

例如，很多国家的科学院和国家研究委员会都具有一些带有国际性的海洋学研究规划。为了说明这一点，请看实例：美国国家科学院（2101 Constitution Avenue，N. W. Washington，D.C. 20418，U.S.A.）已经出版了许多有价值的海洋学与工程方面的研究成果资料，其中大部分分发到世界各地。另外，在它的赞助下已经实施了很多长期的国际研究计划，如"国际生物学计划"，"国际水文学十年"和"国际海洋考察十年"等。苏联科学院（Moscow，V-71，Leninskii Prospekt 14，U.S.S.R）把指导海洋科学基础研究的发展和建立国际科学事务方面的联系作为它职能的一部分。该组织出版的月刊杂志《海洋学》可以看成是苏联海洋学方面最主要的出版物。这个出版物主要刊载海洋物理、海洋化学、海洋地质和海洋生物学方面的研究文章。该杂志由美国的美洲地球物理学联合会全文翻译出版。

世界上其它许多国家的科学院也都在他们国家的科学家与国际团体之间以及在他们的科学活动与别国科学家的活动之间建立了并保持着一定的关系。

关于与海洋有关的科学研究和工程活动，世界上有 90 多个国家已有正式的机构和（或者）实验研究计划。其中，美国的海洋研究中心有 275 个；日本大约有 164 个；英国有 120 个左右；苏联有 60 个左右。

国际（哥本哈根）标准海水（COPENHAGEN WATER）

见"标准海水"。

罗斯海（ROSS SEA）

位于南极洲附近，是南太平洋的一个边缘海。宽为 965 公里，向外海伸展达 1126 公里。西起维多

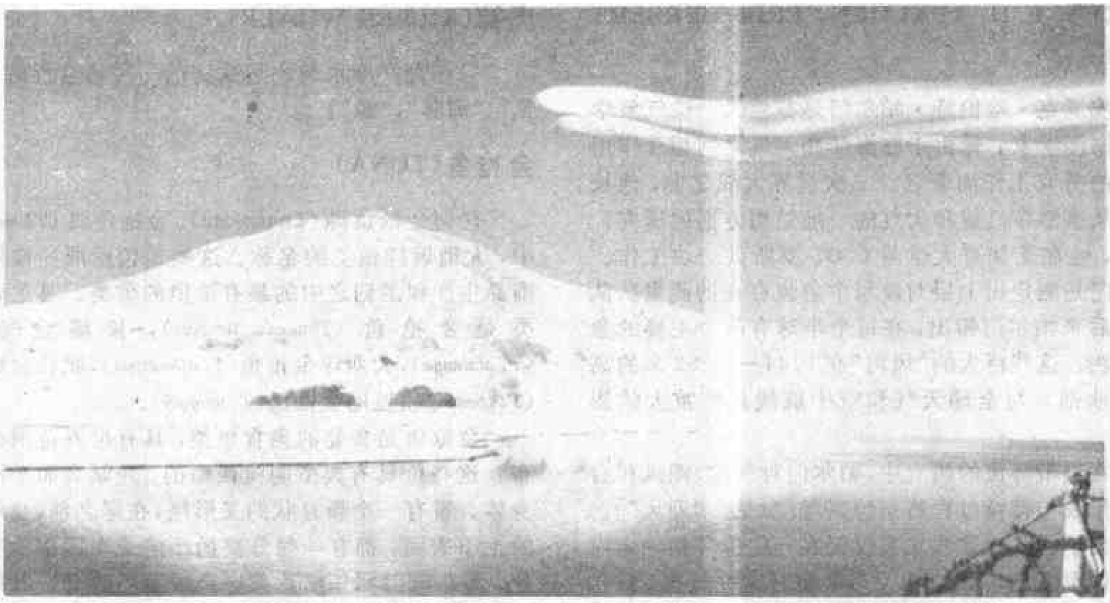


图　罗斯海．埃里伯斯火山是南极的唯一活火山，从罗斯海的边缘向上倾斜，右面是一条罕见的云带

利亚地，东至玛丽·伯德地。在这个大湾里，罗斯海位于南纬 77°纬线以北，在此纬线以南为罗斯冰架，是大陆冰川的延伸。该冰川直达海底伸向外海，到冰架的外缘才浮离海底。这些冰呈平台状，厚度约为 305 米，浮在水面上的部分仅高 46 米。冰架伸向外海的宽度为 644 公里，约相当于一个法国那么大的面积。涨潮时，外侧的部分冰架就被崩裂成大冰块，浮到罗斯海以外，对航船形成很大的威胁。有个铁匠坐船到这里，初次看到了冰障(这是最初对罗斯冰架的称呼)，曾用这样的语言来概括他当时的印象。

威严而雄伟，壮丽而珍奇的冰障，
是地球上非其它景物所能比拟的。

罗斯海是以其发现者，英国人 J.C. 罗斯的名字命名的。1840 年，罗斯驾驶"埃雷巴斯"号和"特勒"号船去南极，1841 年 1 月，这两条船成为第一次冲破南极大浮冰群，进入罗斯海的船。罗斯好象亲眼看到了海市蜃楼（FATA MORGANA）；简直是一座高耸的大山，当他在其近旁开过时，却完全消失了。罗斯在属地岛（Possession Island）上登陆，并把这一区域命名为维多利亚地。同一航次中，他还发现一座活动火山和冰架。罗斯把这座火山命名为埃里伯斯火山，他的铁匠把该冰架取名为罗斯冰架。

罗斯海的陆架，广阔而别具特色，陆架向海一侧的边缘约到 457 米水深处才中止。有人认为，这一

独特的陆架深度（通常应为180米），是由于末次冰川期，冰的沉重压力把陆架压得陷下去了。该陆架有两个浅滩，几乎都与罗斯冰架的边缘相平行。有人认为这些就是终碛（融化冰川时，沉积物沉积在冰川的前缘）。罗斯海的海底沉积物主要来自冰川，其组成可粗分为陆源卵石、粒石、沙和粘土。该海一年内只两个月被冰覆盖着。

也可参见 “南大洋”。

罗氏壶腹(AMPULLAE OF LORENZINI)

板鳃鱼类头部皮肤的感受器，是非常敏感的感觉器官。罗氏壶腹由许多很深的充满胶状物质的小管组成，这些胶状物质具有明显的热敏功能。鲨鱼和鳐鱼的小感觉器官也都集中在头部和面部，它们相当于大海鲢鱼的侧线器官，因为在皮肤下面有一根贯穿到尾部的细管，每隔一定间隔与外面的小管相通。鲨鱼和鳐的这些感觉器官能感觉到水流中的振动和变化。

帕尔门，E. H. (PALMEN，ERIK HERBERT 1898—)

埃里克·哈伯特·帕尔门是芬兰的一位气象学家和海洋学家。他由于在海洋和大气之间相互作用方面的研究工作而著名。二次世界大战之前，他长时间从事温带气旋和大气的一般结构方面的研究。战后，他在芝加哥大学与C.G. 罗斯贝一块工作。帕尔门是测定出上层对流层中急流存在的测量队队员。后来帕尔门指出，在每个半球有两个主要的急流存在。这些巨大的“风河”在9144—12192米的高空中吹刮。对全球天气和空中航线具有重大的影响。

在热带环流的研究中，帕尔门对气旋、飓风和台风的形成与持续过程特别感兴趣[参见 “飓风”]。他指出了为什么这些风暴仅仅在一定季节和一定海区才能形成的原因。为了帮助解释这些过程，帕尔门还建立了一种飓风热结构的模型，并且指出了这些结构与热带大气和海洋温度结构之间的关系。

近年来，帕尔门又重新研究大气及其作为辐射的一个函数的能量收支的总循环、来自地球表面的感热和潜热通量以及大气中平均径向通量与垂向能量通量问题。

帕尔门是一位法官的儿子。他于1898年8月31日出生在芬兰的瓦萨。他曾在赫尔辛基大学学习，1927年获得博士学位。他从1922到1946年在芬兰海洋研究所工作，并于1939至1946年任该研究所所长。在这期间，他还曾在赫尔辛基大学教授地球物理学，并在1947—1948年任这个大学的气象学教授。1948年，他获得芬兰科学院的研究教授职位。帕尔门于1957年获得皇家气象学会的西蒙斯勋章，1960年获得美国气象学会的罗斯贝勋章，并在1964年获得荷兰皇家科学院的B. 巴洛特勋章。

迪肯，G. E. R. (DEACON，SIR GEORGE EDWARD RAVEN 1906—)

乔治·爱德华·雷文·迪肯爵士是英国的一位海洋学家。他是较早的全面研究南大西洋和南大洋温度和盐度结构的科学家之一。其研究成果分别在1933年和1937年出版。二次世界大战期间，迪肯从事水下声学和波浪的研究。当时他的研究小组首先作出了海浪的谱分析，并指明了波谱概念的重要性。从1949至1971年，迪肯担任英格兰国家海洋研究所所长。这个研究所在提高人们对于海洋的认识方面作出了许多重要贡献。

迪肯于1906年3月21日出生于英格兰的莱斯特。他早年曾在伦敦皇家学院受教育，并参加过“发现”号的南大洋考察。由于他在海洋科学研究中的许多成就，他曾获得极地勋章(1942)，亚历山大·阿加西斯勋章(1962)，女王勋章(1969)，莫基者勋章(1971)和苏格兰地理勋章(1972)。

虎鲸(KILLER WHALE)

只在大洋冷水域中可找到的一种捕食性鲸[参见 “海豚”；“鲸”]。

金枪鱼(TUNA)

任何金枪鱼科(Thunnidae)、金枪鱼属(*Thunnus*)中，大型远洋鱼类的名称。这些鱼包括那些被列入商品生产和游钓之中的最有价值的鱼类。其主要种类是金枪鱼(*Thunnus thunnus*)，长鳍金枪鱼(*T. alalunga*)，大西洋金枪鱼(*T. atlanticus*)，肥壮金枪鱼(*T. obesus*)和长尾金枪鱼(*T. tonggol*)。

金枪鱼是贪婪的肉食鱼类，具有世界范围的分布。这些鱼具有典型的流线型的、并颇高而平滑的身体。带有一个新月状的叉形尾，在尾之前，身后部的上下表面，都有一些分离的小鳍。在后部没有鳞片，而在前部那些鳞片都融合成装甲的套。其鳍位于身体上的沟槽中，体长从2.4—4.2米不等。通常背部呈暗蓝色，腹部白色，或近似白色。体侧白色带有银色斑纹。

作为迅速而有力的迁移性的游泳能手，金枪鱼按其鱼体大小不同常汇成大小不等的群。鱼体越大群体越小，反之亦然。夏天，它们喜欢在北方海域的近表层处游泳，而冬天又回到南方并生活在30.5米和183米之间的水深处。金枪鱼与众不同，它们似乎是温血动物，而且消化率很高。在体侧皮肤下面，有一个血管网向红肉供血，而在肝内还有一套类似的复杂的循环。这种鱼的皮肤是由油质层所隔离开的纤维层组成。因此，它们可以以出色的效率来保持其体温，而且可以游进含氧量多，但对长期舒适来说却很冷的水中，只要上层有能使它们可以过后暖和起来的水就行。由于它们在游泳中极度的肌肉活动，它们对氧和食物的需求都很高。它们的食物主

要由象鲱、鲭那样成大群的鱼组成。它们也吃柔鱼、乌贼、飞鱼和玉筋鱼，在世界各海洋的生存斗争中，这种大型金枪鱼的主要捕食者是虎鲸。

在下面列举一些有代表性的种类：

· 长鳍金枪鱼（*Thunnus alalunga*）以其长的、马刀般锋利的胸鳍而出名。并通过其金属钢蓝色的背部和体侧与银白色的腹面以及没有条纹被进一步认定。

· 黄鳍金枪鱼（*T. albacares*）。黄鳍金枪鱼被认为是一种最有商品价值的金枪鱼，而且也是通常做为游钓的鱼类。黄鳍金枪鱼这个名字恰当地描绘了这种鱼，因为，正是通过其长长的淡黄色的背鳍和臀鳍以及淡黄色的体侧来辨别它们。

· 金枪鱼（*T. thunnus*）。这种鱼在希腊和罗马时代有一段做为游钓鱼的历史。它们由于在背部和体侧具有深蓝或绿色而具特色。不象大多数鱼类那样，由于金枪鱼具有很高的新陈代谢率，所以它保持着比海水温暖的体温。

· 鲣（*Katsuwonus pelamis*），或条纹金枪鱼。鲣由于在其体侧下方具有平行的黑色到暗黑色的条纹。在背部和体侧呈深金属蓝色，在体侧到腹面逐渐变淡为银白色。鲣是在这里所谈到的最小的金枪鱼类，常见于热带海洋中且与黄鳍金枪鱼相类似。

金枪鱼（*T. thunnus*）见于北大西洋两岸，体重常达454公斤以上，而黄鳍金枪鱼稍小（约136公斤）且盛产于南美和中美洲沿岸外海。长鳍金枪鱼从北美的太平洋沿岸外海回游到日本和夏威夷，其近似品种是大西洋长鳍金枪鱼（长达1.2米，重30公斤）。长鳍金枪鱼是世界上大力寻求的金枪鱼之一。它也是最有经济价值的一种。世界上所有上岸的长鳍金枪鱼一半以上在美国消费掉。然而美国的产量并不能满足需要。长鳍金枪鱼很少形成表层密集群，所以已成为美国渔民捕捉黄鳍金枪鱼和鲣的主要渔具的围网，不适于捕捉长鳍金枪鱼。它们在表层用活饵并以曳绳钓捕捉；生活在仅次于表层的较大的鱼是以延绳钓捕获的。

金枪鱼类全都是强壮的游钓鱼类，并且数世纪以来一直是一种有价值的商品食用鱼类。不过，某些种类由于过度捕捞而受到威胁。另外，在加利福尼亚的金枪鱼渔业中心，渔业本身受到了威胁，在那里捕获量的产值几乎是所有美国船捕获有鳍鱼类的百分之三十。问题的原因在于金枪鱼渔夫捕杀了大量鼠海豚[参见 "鼠海豚"]。美国在东方热带太平洋对黄鳍金枪鱼捕获量的大约百分之五十到七十是从与鼠海豚混在一起的群体捕来的。金枪鱼主要与所谓的"私家侦探"（spotter）和"纺纱工人"（spinner）这两种鼠海豚混在一起。有时，也可见到它们与第三种渔夫称之为"白肚皮"的结伴。一旦网放下并围住一群鼠海豚和与其搭伴的金枪鱼，那么，困难的问题就在于要无伤害地把鼠海豚放走，又不能漏掉鱼。在1976年，这种渔业捕杀了78000多条鼠海豚，当鼠海豚被捕在用以捕捞某些金枪鱼网中时，这些哺乳动物往往溺水而死。1972年海洋哺乳动物保护条例对这些鼠海豚每年捕杀量加以限制。

由于金枪鱼的回游习性和奇特的新陈代谢系统，它们是颇有科学重要性和研究的课题。做为一种食用鱼类，它是蛋白质、维生素和无机物的一个丰富的来源。

侧线（LATERAL LINE）

大部分海洋鱼类沿身体两侧的一条线的名称[参见 "鱼类"]。侧线是由一排小的陷沉的凹坑组成的，坑内含有对压力敏感的感觉器官。神经从侧线通往脑部，因而水中压力的变化，鱼可通过侧线而感觉到。对压力变化的感觉有助于鱼类在固体周围游动和避开捕食者。所以鱼类能够依靠由捕食者的行动所引起的水中压力的波动而感觉到捕食者的来临。

鱼类（FINFISH）

见"鳍"；"海洋鱼类"；"海水养殖"。

物理海洋学（PHYSICAL OCEANOGRAPHY）

研究海洋物理特性、海洋的运动及其这些因素与大气和海底有关的变化的学科[参见 "海洋学"]。

所罗门海（SOLOMON SEA）

位于南太平洋的西北角，四周为岛屿所包围，北有新不列颠岛，西临新几内亚，东为所罗门岛链，南接路易西亚德群岛和珊瑚海的北界。所罗门海总面积为72万平方公里，容积为140万立方公里，最大水深为9140米。

所罗门海是因其东侧有所罗门岛链而得名的。1567年，西班牙探险家A. M. d. 奈伊拉发现了这个群岛，并称之为所罗门岛，因为他以为发现了所罗门国王庙宇里的金源。北面的新不列颠岛是1700年英国航海家W. 丹皮尔发现的。西侧的新几内亚是1511年葡萄牙航海家A. d. 阿布雷亚发现的。

所罗门海的地形主要可分为两个海盆：北部为新不列颠海盆，南部为所罗门海盆。这些海盆的水深在4000到7000米之间。在北部海盆与新不列颠之间为新不列颠海沟，水深在5000米以上。该海转向南，就与布干维尔海沟的西北侧相平行，所罗门海的最深之处就在这一延伸的海沟内，最大水深达9140米。在所罗门群岛的内、外侧两列线之间为圣伊萨贝尔海沟，水深为4340米。在新不列颠岛的南面为基里维纳海沟，呈东西走向，有的地方水深在5000米以上。在深海盆和海沟上都覆盖着球房虫软泥，四周渐变为陆源沉积。该海较浅的边缘有钙质泥和沙，来自四周广大的礁石构造。整个海区地震较活跃，已经发生过多次地震。

所罗门海的海流主要受南赤道流影响[参见“赤道流系”]。冬季，从北面进入本海，一直往南流。夏季，转为东南流，并由北部海峡流出。

弦(QUADRATURE)

见“潮汐”。

驻波(CLAPOTIS)

见“波浪”。

细菌(BACTERIA)

细微生物的名称，具有原始类型的并称为原核的细胞结构。从分类学的角度讲，原核生物界的裂殖植物纲包括细菌。通常，细菌是以二分裂方式繁殖的，在这种方式中，每一个细菌细胞的形成是靠原先存在的细胞分裂成相等的或接近相等的两个部分，每一部分又生长成母体的大小和形状。

在世界海洋中，可以在任何纬度和各个深度上发现细菌，且在沿海区域内比在广阔的大洋中更为繁盛。细菌的数量与离陆地的距离、水的深度和浮游生物的繁殖情况等因素成正比。如果在富集的沉积中，每克含有 10^{10} 个细菌，那么在开阔的大洋中，每立升只含有一个或不到一个细菌。现在繁殖的细菌数将达到天文数字，并且根据不同的种每经 1—8 天这一数字将成倍增长。但是细菌将如同它们繁殖一样快地被吃掉、死亡或沉没。细菌连同藻类在海洋环境中组成了为数最多的生物。但是关于它们活动的动力、范围、潜在作用的影响知道得还较少。

有几种主要的细菌是海洋中固有的且是病原菌(带致疾病)。龙虾(和其它贝类)、大型海藻和鲑是一些对这种细菌性疾病特别易受感染的海洋生物。由人类引入海洋中的细菌(如在污水排泄中的大肠杆菌)可以感染海洋生物，并可传给在海中洗澡或食用了受细菌感染的植物或动物的人。但大部分细菌显然是有用的。例如有 186 种异养的细菌，这些细菌能作用于有机物质(如死的植物或鱼类)使之分解成植物的营养物。它们并将溶解的有机物质转变成细菌的细胞物质，这些物质可由海洋动物从原生动物门(肉足虫类，例如带孔虫和放射虫类)到食草的鱼类与大的脊椎动物所同化。许多细菌在海洋食物链中是碎屑的摄食者，这一特殊物质或碎屑有助于从海水中浓缩溶解的有机物质。

由于细菌的作用而产生的海水成分的改变是纤维素，木质素，甲壳质，尿素和石油碳氢化合物的分解；铵氧化成硝酸盐；硝酸盐氧化成亚硝酸盐和硫化物氧化成硫酸盐；分子氮；铵；尿素；硝酸盐；亚硝酸盐和磷酸盐在细菌细胞中的利用；细胞死后，铵和磷酸盐的释放；铁和氧化锰结核的形成。虽然普遍存在着的细菌由于这些作用能经常改变水和沉积物的性质，但它们的作用只有少数记载了下来。

举例来说，大家认为海洋细菌可能是海洋大气中触发沉淀所需粒子的主要来源。与微小的漂浮在海洋中的植物共存的细菌被海浪泡沫中的气泡抛入空中，气泡在海浪的表面爆发。这时，包含在爆发气泡中的一些细菌就得以进入空气。可能这样就成为水滴的核心，围绕着这些核心形成水滴，然后，这些水滴又以雨和雪的形式降落到地球表面上。

此外，对科学家来说，除了用细菌的氯化钠需要量描述海洋细菌外，要描述真正的海洋细菌，长期以来一直是很困难的。目前，对一些这种微生物已知道钠是它们的一种需要，但对海水中其它元素的需要同样也是重要的。海洋细菌的光谱分析表明，它们以不同的数量浓缩大部分微量元素。例如镍和钛都存在在许多细菌中。钙也进入了细菌细胞中并作为氨基酸丙氨酸的螯合物。丙氨酸新陈代谢，同时二氧化碳与钙结合产生霰石晶体。在如这样的一些细菌作用中，阳离子被浓缩在细菌细胞中或在细胞上，并且以分解的原生质释放出来。沉积物中分解的生物与水之间的离子交换速率至今还不十分清楚。很可能是这样的，即古代的沉积物中矿物质的沉淀或许是起源于微生物的作用。在细菌的作用过程中产生了沉积物的成岩作用的氢离子浓度(pH)与电位差(eH)的变化，在高的 pH 下硅石溶解，在低的 pH 下碳酸盐溶解。几种沉淀的矿物质也将受到氢离子浓度，特别是受到氧化还原或电位差变化的影响。

最近知道，天然磁石或磁铁矿(Fe_3O_4)的晶体是在某些细菌细胞中形成的。这些生物因而备有装在细胞内的指南针以感测地球磁场的方向，观察表明，这种厌气性的细菌(那些不需要空气或游离氧以维持它们的生活过程的细菌)，利用这种能力在北半球各种纬度上向下游，以寻找最适合于它们生长的海洋底层环境。

在这种底层环境中，细菌作为过滤摄食的和打洞的海洋生物的食物。在深的盆地中，细菌在没有溶解氧的情况下引起氧化作用。但是，并不是所有硫循环中的细菌都产生硫化氢，有些能产生纯硫磺并将硫转回到硫循环中去。

总之，细菌对海洋生态系统的作用显然是活跃的，但是，在世界海洋中，细菌生活的动力还远不清楚，而且也没有详尽的了解。

参见 “深海平原”；“元素”；“无脊椎动物”；“龙虾”。

经度(LONGITUDE)

以角度度量的距离，从公认的起始点测量的参考大环到环上任意点放射线的距离。地球表面上一点的经度是通过英国格林威治的子午线到所测子午线的距离。格林威治子午线与赤道在非洲西海岸的几内亚湾附近相切。经度分为西经和东经，度量的单位可以是时间(小时、分、秒)，也可以是度(度、分、秒)。在航海中，西经为正，用“+”表示，东经为负，

用“-”表示。东、西经最大为 12 小时或为 180°。这点是在太平洋上的豪兰岛和吉尔伯特群岛之间的赤道上。

线口鳗科(NEMICHTHYIDAE)

无足类(Apodes)中深海的，鳗鲡状鱼的一个科。

线口鳗科的鱼是以线口鳗 (snipe eel) 为典型。与鳗鲡科 (Anguillidae) 不同，它们不是洄游的，而且生活在很深的水中。

孟加拉湾(BAY OF BENGAL)

属于印度洋的一个海湾。西濒斯里兰卡（锡兰），北临印度，东以缅甸和安达曼-尼科巴海脊为界，南面以斯里兰卡南端之栋德拉高角与苏门答腊西北端之乌累卢埃角的连线为界。南部边界线长约为 1609 公里。安达曼-尼科巴海脊露出海面的部分，北有安达曼群岛，南为尼科巴群岛，把孟加拉湾与东部的安达曼海分开。湾顶有恒河和布拉马普特拉河巨型三角洲。流入该湾的其它河流有印度的默哈纳迪河，哥达瓦里河和克里希纳河。孟加拉湾(取名于印度蒙古邦)总面积为 217.2 万平方公里，总容积为 561.6 万立方公里，平均水深为 2586 米。

孟加拉湾的陆架，宽为 161 公里，以北部和东部为较宽，向海一侧陆架的平均深度为 183 米。陆架大部分由砂组成，向海一侧多为粘土和软泥，有好几处被一些海底峡谷切割。其中有恒河峡谷，位于恒河-布拉马普特拉河三角洲的外方，深达 732 米；安得拉、克里希纳和马哈德范等峡谷分布于该湾的西边缘[参见 “海底峡谷”]。

孟加拉湾的深海盘大致呈“U”字形，深度达 4500 米。盆底有两个特征：北部有很直，长达 5000 公里的东经 90°海脊[参见 “印度洋”]，以及由陆架沉积物冲积而成的恒河三角洲。东经 90°海脊的顶峰，水深约为 2134 米，其北端覆盖着恒河三角洲的沉积物。三角洲分布着树枝状的沟渠（扇谷）。借此，沉积物可以运移到较远的深海盆。

孟加拉湾的表层环流，受季风的强烈影响。春、夏两季，潮湿的西南风引起顺时针方向的环流；秋季和冬季，受东北风的作用，转变为反时针方向环流。由于孟加拉湾的地形效应，导致了各种作用力的聚焦，因而，潮差、静振和内波等现象均较显著。

9 画

洪堡，A.V.（HUMBOLDT，ALEXANDER VON 1769—1859）

亚历山大·冯·洪堡是一位德国科学家。他出生于德国的柏林，曾在柏林格廷根法兰克福大学以及弗赖贝格矿业学院受教育。在拜罗伊特和安施帕赫当了三年（1792—1795）矿长之后，可能受他的朋友G. 福斯特（曾在到南太平洋探险的J. 库克的探险队工作）的鼓励，洪堡作了到南美洲进行一次探险考察的计划。1799年开始，他在法国植物学家A. 邦普兰德的陪同下乘一艘叫做"Pizarro"的船作了五年的航行，先后到过古巴，墨西哥和南美沿海的许多地方。这次科学旅行的发现成果，用了十年的时间分17卷出版。其书名叫做《洪堡和邦普兰德美洲内地旅行》（The Travels of Humboldt and Bonpland in the Interior of America）。这些书分为五个方面：动物学和比较解剖学；地理学和植物的分布；政治杂文和新西班牙王国人文的描述；天文学和地磁学；赤道的植被。其中关于沿着南美洲西岸流动的寒冷大洋流（过去叫洪堡海流，现代海洋学上称为秘鲁海流）的报告是第一次有组织的观测记录。

在1845至1858年间，洪堡在欧洲和亚洲作过多次科学研究旅行，并发表了61次讲演。其主要的题目有：科学史；火山的特性；地壳和地震；自然地理学；天文学；山脉；大洋的特征；物质的分布；作为弹性流体的大气；动物地理学和人的种族等。这些讲演稿以洪堡的"宇宙"为名出版。它可以称得起是一本自然宇宙的百科全书。

这些著作使洪堡成为那个时代自然地理学、气象学和海洋学方面最伟大的科学家之一。

洪堡海流（HUMBOLDT CURRENT）

见"秘鲁海流"。

测深（SOUNDING）

指测量水表面的给定点至该点下面的海底之间的垂直距离。通常，测深可采用系缚重物的绳子或用声学的方法进行。

在海洋学的历史中，回声测深的深度测量法可追溯到很早以前[参见 "海洋学"]。但是，第一个深海回声测深器却是由J. 罗斯爵士（James Ross）于1840年在南大西洋制成的。此后，M.F. 莫里又把大西洋的深度测量集中到一个更为系统的基础上，他依靠这些资料于1854年完成了测深海图所需的信息。在声呐出现以前，测深通常是由下端带重锤的绳子或金属线在船侧进行，当重锤接触到海底时，测量绳子的长度即可测定出海深。当使用回声测深仪或声呐时，则可进行连续的海深测量并自动记录。为了使回声测深足够精确，还必须用海洋上测量的静压力和温度对回声测深的结果加以修正，这是因为静压力和温度将会使海水中的声波传播速度有很大变化的缘故。

参见"海洋仪器"。

洋流（OCEAN CURRENT）

见"海流"。

帝汶海（TIMOR SEA）

位于印度洋东北角，澳大利亚的西北方 （原文为东北方，有误。——译注 ）具体范围可定为：从萨武海的东南界，即从帝汶岛起，按顺时针方向，沿班达海的南界向东，再沿阿拉弗拉海的西界往南，到澳大利亚北岸，然后越海到罗地岛。帝汶海总面积为61.5万平方公里，容积为25万立方公里，平均水深为406米。

帝汶海大部分位于澳大利亚北岸外方的萨赫尔陆架上[参见 "大陆架"]。该大陆架包括博纳帕特湾和博纳帕特海盆。前者在达尔文与伦敦德里角之间；博纳帕特海盆在该湾的最北端，最大水深为140米。在陆架边缘（约到120米水深止）与帝汶岛之间，为东北-西南走向的帝汶海槽，其最大水深为3200米。陆架上的沉积物为细粒度的碳酸盐，混杂着一些海绿石，而海槽内却覆盖着混有钙质沙的粘土。

帝汶海地处南纬10°的赤道带，受东南信风和季风的交替影响，为台风的发源地。表面水温，南半球夏季为29℃，冬季为23℃。全年中多数月份，表层海流多流向西南。

亲潮或千岛海流（OYASHIO CURRENT or KURIL CURRENT）

亲潮起源于白令海，开始流向西南。当通过堪察加半岛时，吸收了来自鄂霍次克海的水体，并在北纬40°附近与东向的黑潮相遇。亲潮的部分冷而密度大的水下沉到暖的黑潮水之下，其余部分转向东形成黑潮冷的北部边界。具有丰富营养物质和浮游

生物的亲潮水，它的褐色与美丽晶莹然而是比较贫瘠的黑潮水成为鲜明的对照。亲潮水的温度约为4—5℃，在千岛群岛附近的流量约为15×10^6米^3/秒。

突码头(JETTY)

见"海滩"。

神话和传奇(MYTHS AND LEGENDS)

有关海洋方面的神话和传奇都是一些故事，其中有的虽无事实可考证，但却随着历史潮流广为流传；其它的，尤其是神话，均系历史上虚构的，但为了阐明某种特有信仰、基本原理或自然现象，它仍能长期流传着。关于大洋本身、海洋生物以及许多对人类有迷人影响的大洋神话和传奇，早在无文字记载的历史时期就有了。其中有的故事，由于无事实根据，多年来被否定了，而有的却一直流传到今天。因此，可以这样说，神话就是一部从雏型知识中经过精选提炼的历史。

今从这类故事中选几个典型的例子，诸如阿特兰蒂斯大陆的沉沦、海豚的传奇和百慕大三角，简要介绍于后。

阿特兰蒂斯 阿特兰蒂斯大陆的沉没是所有传奇中最悠久、最有趣，而且是流传不息的一个故事。对于毁灭于突然灾难中的阿特兰蒂斯的进步文化曾有5000多种说法。

公元前3世纪，希腊的哲学家柏拉图，大概根据梭伦的原始资料，在他"Timaios"这部故事里，首先对这个大陆的沉沦作了描写。虽然，这种描述是虚构的，也许完全是为了文学上的表现，在那部扣人心弦的著作里，柏拉图加以文学修饰，并增加了一些似乎很逼真的细节，但是，却为阿特兰蒂斯这个地方是否真正存在，到底在哪里的问题提供了推测的依据。

柏拉图认为阿特兰蒂斯是在赫尔库莱斯的皮拉尔斯(Pillars)以西的某一地方(设在现在直布罗陀海峡或墨西拿海峡以西的地方)。柏拉图时代的希腊人认为，过了皮拉尔斯，有一条神秘的河流，叫做Oceanus，环绕着陆地，而地中海把陆地分隔成两块他们所熟知的大陆。其它的大陆，例如阿特兰蒂斯，据说是在Oceanus河中。据柏拉图说，阿特兰蒂斯是一块有人居住的大陆，那里的人们，不仅建起了庙宇、宫殿、海港、船舶、海军仓库和建有桥梁的河网系统，而且还发展了先进的农业和商业。据该故事所说，约在公元前9600年，这些优越而有影响的文化，曾征服了当时希腊以外的整个天下。希腊之所以得救，是因为阿特兰蒂斯遇到了特大的地震，被Oceanus大河吞没了。因而，一夜之间，整个阿特兰蒂斯就无影无踪地突然消失了。

在另外一些科学家和学者写的文章和书里，曾想证实阿特兰蒂斯的存在及其确切的地理位置。所以，随着海洋学、地质学、生物学和人类学对这个问题提出了一些可能的证据，对阿特兰蒂斯的存在，就提出了各种各样的推测。例如，一些研究工作者说，阿特兰蒂斯位于塞拉岛附近的克里特帝国；另一些人认为在亚速尔，在兰萨罗特及其十个姐妹岛附近，加那利群岛就是沉没的大陆的遗迹；有的提出理由，说明阿特兰蒂斯是在北海的赫尔戈兰；有的则认为，阿特兰蒂斯在撒哈拉大沙漠的下面。但是，最易接受的位置，还是北大西洋中部的某些地方，尽管该论点的证据还不够有力。

阿特兰蒂斯的存在是否符合历史事实，虽然尚未予以证实，但是，故事的实质，似乎在于要表明颇有几分真实性。也许，今后的海洋考察将会揭开这个谜，在关键的问题上，拿出令人信服的论证，证明阿特兰蒂斯是真正存在的，并非神话。对此，最好请回忆一下，数千年来，特罗伊、庞培、赫尔库拉纳姆等城市的存在，也何尝不曾被看作是神话呢？

海豚的传奇 海豚属于哺乳类动物。这种社会性的群居动物，在世界上的热带、温带大洋里，在南美、亚洲的某些大河里都可见到。

海豚有很发达的头脑，虽然没有人类大脑那样大，但却同人脑一样复杂，而且还有精致的行动和发声系统，用于进行互相联系，尤其是它那高度发达的声呐系统，能用作回声定位。大部分海豚都是杰出的游泳能手，在水里游泳的瞬时速度，每小时可达20海里，用超速的船舷波，可测得游在船前的海豚，速度可超过40节的记录。

海豚给人以强烈的吸引力，即使是多年航行于远洋的海员，也被这种高级动物的感情所迷恋。这里有许多关于这种好玩、聪明的海洋动物的半真实性、传奇和半奇式的故事。

其中，最悠久的神话是关于海豚的起源问题。希腊的一位酒神狄俄尼索斯，一次遭到一群海盗的袭击，狄俄尼索斯施展出了他巨大的魔力，把船桨变成了蛇，把海盗水手抛入海里，变成了世界上第一批海豚。正如故事所说，从那一天起，海豚对海员，尤其对那些船只失事的船员，总是友好相待的。

事实上，是有许多关于海员遇到困难时，海豚友好相待的故事，而且都是有据可查的。例如，在澳大利亚，有一条意志坚强的海豚，叫做佩洛拉斯·杰克，遇见一批装满着移民初次开往澳大利亚的航船，它就带领着这些航船驶进避风锚地。还有，前几年曾有过关于海豚惊人技艺的公开报道，描写美国水域有一条名叫哈特拉斯的海豚。于17世纪初，它只要听到航行船只的雾笛声，就浮出水面，充当一位领航员，带领航船绕过暗礁险阻，非常安全地到达北卡罗来纳外港的水域。此外，还有很多故事，描写海豚如何与鲨鱼奋战，保卫了海难中落水的船员，并且护送他们，轻托着他们漂浮到彼岸。

所有这些传说，有的颇为真实，有的则可能在细节上加以修饰和扩大，使人们心目中得出这样一个概念：海豚曾一度是人类，或是象人类的动物，神秘

地退却到海里生活后，他们的外形就逐渐变成鱼形。为了适应于在海洋里生存，其躯体发生了变态，前翅或手臂变成鳍状肢，只能作平衡或掌舵用；下肢退化了，并演化成一条尾巴，以便用来运动或作推进器。它的尾巴与其它鱼类尾巴很不相同，不但可以左右摆动，而且可用作升降运动。它的鼻子成为一个喷水孔——一个直径为2.54厘米的鼻孔，有内、外两层水密阀门。其呼吸系统与人类相似，当海豚浮出水面接触空气时，大大地张开喷水孔，不到半秒钟就吸入3.8—9.5升的空气。还有，与陆地动物一样的是，刚出生的小海豚（妊娠期为1年），也需母海豚给它喂奶。

有的人却认为，在某个时期，人类可能曾生活在世界大洋的温暖水域里，而并非海豚曾经是人。不过，这种论点，其中有一点是较为符合实际的，即人类与海洋动物的皮肤都较为柔滑，但是，除了人类以外，大部陆生动物却都长有茸毛，而且，人类不同于其它陆上大部分哺乳动物，易增加皮下脂肪，因而，人类能悠然自如地游泳，能在水中借助浮力保持直立的位置。此外，还有其它一些证据，似乎都可证实人类在陆上行走之前，是在大洋里游泳的。

这些都说明，世界上最聪明的海洋生物，温顺而奇特的海豚之起源的神话，已成为极好的史话。因为，已有令人信服的实验证据，说明海豚能模仿人的声音，到了某一天，海豚也许与人类互通语言。等到这么一天的到来，海豚的故事可能就更为丰趣了。

百慕大三角 是以百慕大、迈阿密（佛罗里达）和圣胡安（波多黎各）为三角顶点的大西洋三角地带。多年来，由于不少人在这一地区有过许多神秘的经历，因此，都把这一地区看作是"百慕大魔鬼三角"。

之所以得出这样一种概念，是由于经过这一地区的商船、游艇和飞机，神秘地失踪的机率非常高。

就以所公布的失踪事故来说吧。美国海军海外运输局一条19360吨、设备先进的油轮"独眼神"号，于1918年3月4日，载着236名船员和73名旅客，从加勒比海的巴巴多斯开往马里兰的巴尔的摩。船一出发，就消踪匿迹了。这次失踪成为美国海军史上最令人迷惑不解的一个谜。所有去寻找"独眼神"号的尝试都失败了。现在已提出了许多推测，但没有一条能可靠地说明这条船失踪的原因。再说，当时，这一地区并无敌人的潜艇。

1976年10月17日，另一条巴拿马的大船（长17米，15020长吨）"西尔维亚L. 奥萨"号，装着铁矿和37名船员，从巴西开往宾夕法尼亚的费城，也在百慕大三角失踪了。在失踪的前两天，该船还报告说，它的船位在离宾夕法尼亚费城约1111公里的海面上，因突然遇见8级大风和狂浪，船速减慢，要比原计划晚进港。此后，就再无音息了。当得知该船已失踪后，立即组织了21238平方公里的海空搜索区，从收到最后一次联系电讯的地点开始搜索。此时，天气状况良好，能见度为64公里多，海面平静。搜寻的结果，只发现一些碎片，经鉴定是从"西尔维亚L. 奥萨"号船上来的；还有一个来自该船的救身圈，上面还留有被烧焦的痕迹。

另一次已公布过该地区的失事就是美国海军航空兵第十九飞行中队的殉难。该中队由五架美国军用飞机（鱼雷轰炸机）组成，1945年12月5日下午，从佛罗里达劳德代尔堡起飞，进行一次高级海上导航飞行训练。这五架飞机都由技术熟练的飞行员驾驶，他们都经过数百小时的飞行，其中在这种类型的飞机上飞行的时间，至少也有55小时。当时的天气条件是适合于这种飞行的正常好天气。

1945年12月5日下午，在劳德代尔堡海军航空基地附近侦听到该中队两架飞机之间的无线电对话，这个对话初次表明十九中队已失事了。驾驶员们说，他们觉得飞机上的方位仪已失灵了。此后与飞行中队的所有联系，都未能呼通，再也收不到该中队的回答。这些都表明已在百慕大三角失事的迹象。事后，虽然动用了许多飞机和海面舰船，大规模地搜索了五天，也未找到失踪飞机的任何痕迹。更令人啼笑皆非的是，在失事后的第一天晚上（12月5日），一架搜索机，海军巡逻机，在执行搜索任务中也失事了。最后，仍以未找到任何飞机残骸和飞行员而告终。

此外，还有其它一些水面船只和飞机也无影无踪地失踪了，这些事实，足以使人们相信百慕大三角的神秘性。

为了对这一地区历史上的多次失事探求原因，作出解释，已提出了许多推测。其中最为可行的，似乎是自然环境及其导致人们引起错觉的因素。可是，即使是这样解释，也仍是似是而非的。

从海洋考察的角度来看，该地区（包括海底和海底下）也许是世界上最为熟悉的大洋。美国海军和民用海洋调查船经常频繁地在这一带调查。结果表明，这里既无异常的海底火山，也无地震干扰，但唯一的环境特点，为地球上两个特殊的地方之一，即罗盘磁针真正指向真北，而其它地方磁针一般都指向磁北。此两者之差就是众所周知的罗盘磁差。如环球航行一周最大磁差可达20°，这种磁差如不加校正，航行者就会远远地偏离航向而形成混乱（在日本东岸外海的一个区域，日本和菲律宾海员都称之为"魔鬼海"，也存在着类似于百慕大三角的磁场特性，也是因常有神秘地失事而闻名于世的）。

还有，另一个环境因素是湾流的特性，流速非常大，并具有湍流性质，能很快地消除灾祸的痕迹［参见 "海流"］。变化莫测的加勒比海-大西洋天气类型，也是有影响的，突然而来的当地风暴，往往给飞行员和海员带来灾难。

最后一个环境因素是洋底地形多变，从岛屿周围的广阔暗礁，到堪称世界最深海沟的深海，各种地形均有之，当强流经过许多暗礁时，马上就会对航海

构成新的危险。

总的来说，人为的错误因素也不能低估。有大量的游艇经过佛罗里达黄金海岸与巴哈马岛之间，人们经常乘极小的船，横渡这里，对该海区的危险性估计不足，有的还缺乏熟练的航海技术，这些都是人为的错误因素。

负责对该海区社会咨询的美国海岸警备队曾表示过，对海上灾祸的超自然解释是不能令人信服的。他们认为，经验表明，自然力量的联合和人类对它的无法预测性，要比那种一年内捏造好多次的非常牵强的科学要优越得多。

美容鱼（理发鱼）(BARBER FISHS)

一类海洋鱼，因为美容鱼有清除别的鱼的寄生虫、体上长出的赘物以及损坏的和感染的组织的本领而有别于其他鱼类。又被称为医师鱼或清洁工鱼[参见 "隆头鱼科鱼类"]。

美国渔业资源保护区(U. S. FISHERY CONSERVATION ZONE)

与领海（界限为3海里）毗连的一个带状区域。它的外部边界在离岸200海里处。

根据1976年的渔业资源保护和管理条例（公法84－265），美国对渔业保护区行使下述专有渔业管理权：

1. 对渔业资源保护区内发现的一切鱼类具有唯一的管理权。

2. 对在美国水域产卵的各种溯河产卵鱼行使保护权，但对那些洄游范围超出保护区的鱼类在美国承认的别国领海或渔业资源保护区内的时间除外。

3. 对有可能延伸到保护区以外的美国大陆架上所有渔业资源如珊瑚、蟹、牡蛎、蛤类和海绵等行使保护权。

美国渔业资源保护和管理法的实施由美国海岸警卫队和国家海洋渔业局的官员执行。

美国国家海洋和大气局(NOAA)

NOAA是美国商务部的一个机构——国家海洋和大气局的缩写。NOAA创建于1970年。它的创建是为了在美国形成一个中枢机构，以便有效和合理地利用海洋资源；监测和预报大气、海洋和空间状况；以及探究环境变化的可能性与后果等。

珊瑚(CORAL)

一些独居的或聚居的珊瑚虫类腔肠动物的名称。珊瑚形成钙化物或其它物质的坚硬的外骨骼套。形成大的珊瑚礁(reefs)的珊瑚只限于生长在热带浅水中，而其他独居的则出现在深度很大的较冷水域中。

珊瑚是无脊椎动物，属于腔肠动物门，"Coelenterata"一词起源于希腊文，其意为"完全取出肚肠的"(hollow-gutted)。它们与海葵是近亲，且与海葵相似，都是以拟螅体为特征。珊瑚幼体是球形的，幼体发育成水螅型（珊瑚虫），"polyps"这个字起源于希腊文"polgporus"，意即"有许多小平面的"。珊瑚的幼体需要某种类型的支持物以备形成水螅型珊瑚和生长，水螅珊瑚虫一旦出现在海底或一些岩石表面上，它就从固着的根底发展出软管状身体，身体上有口孔，在口孔的最上端被空心的触手所包围。珊瑚使用它们分泌毒物的触手捕捉在它们周围的浮游生物和其它微小的生物作为食物。

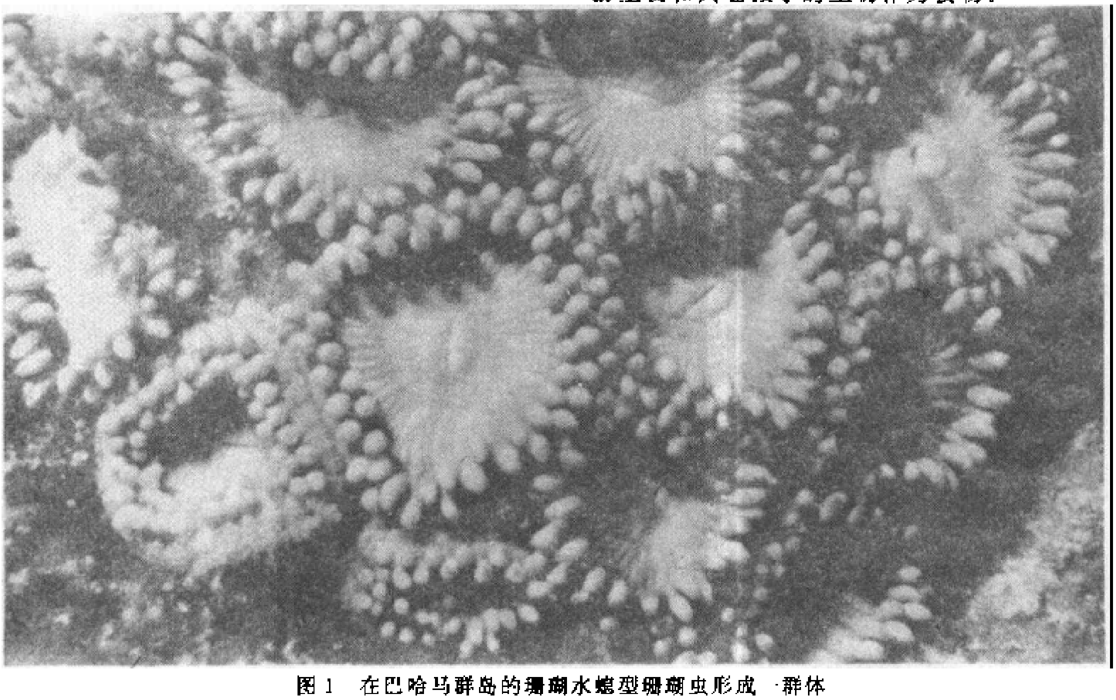


图1 在巴哈马群岛的珊瑚水螅型珊瑚虫形成一群体

大多数珊瑚繁殖和分叉成大的复杂的形状——扇状、牡鹿角状，或分叉的和泥砾状的或脑髓状的。它们具有各种不同的颜色，以黄、红、桔黄与紫为最为普遍。水螅型珊瑚虫可能保持独居，也可以非两性型或单个个体结合成群体（两性型珊瑚）。在这一点上，珊瑚不仅实行有性生殖，并且是由一个卵形成一个幼体，但它们也有无性的出芽生殖。当水螅型珊瑚虫生长时，它们变成更长并呈叉枝状，在这一叉枝上出现一个芽，并开始形成自己的形成物，然后多次分裂，从而建立起珊瑚群集。

在群体上的单体，由它们所分泌的碳酸钙（石灰石）结合在一起。群体的水螅型珊瑚虫合有一个共同的消化道。

参见 "珊瑚礁"。



图 2 在加勒比海圣克罗依克斯附近，鱼慢慢地在海礁的麋角珊瑚间游泳

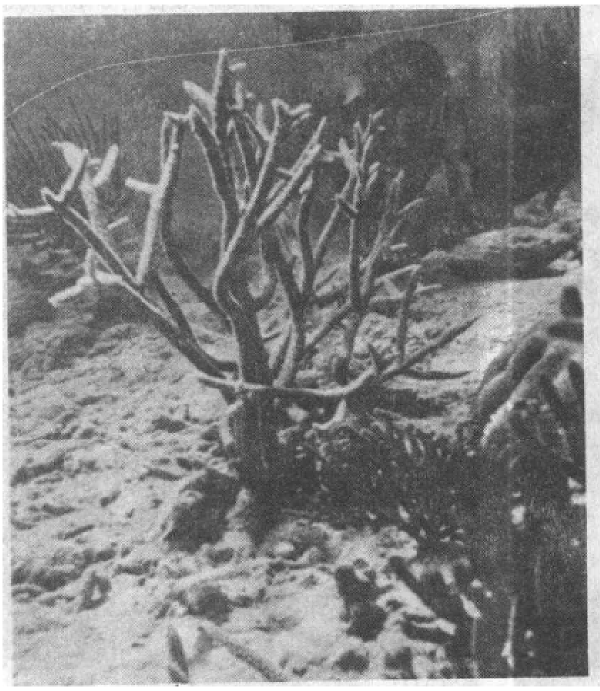


图 3 分叉珊瑚从海底（床）向上伸展

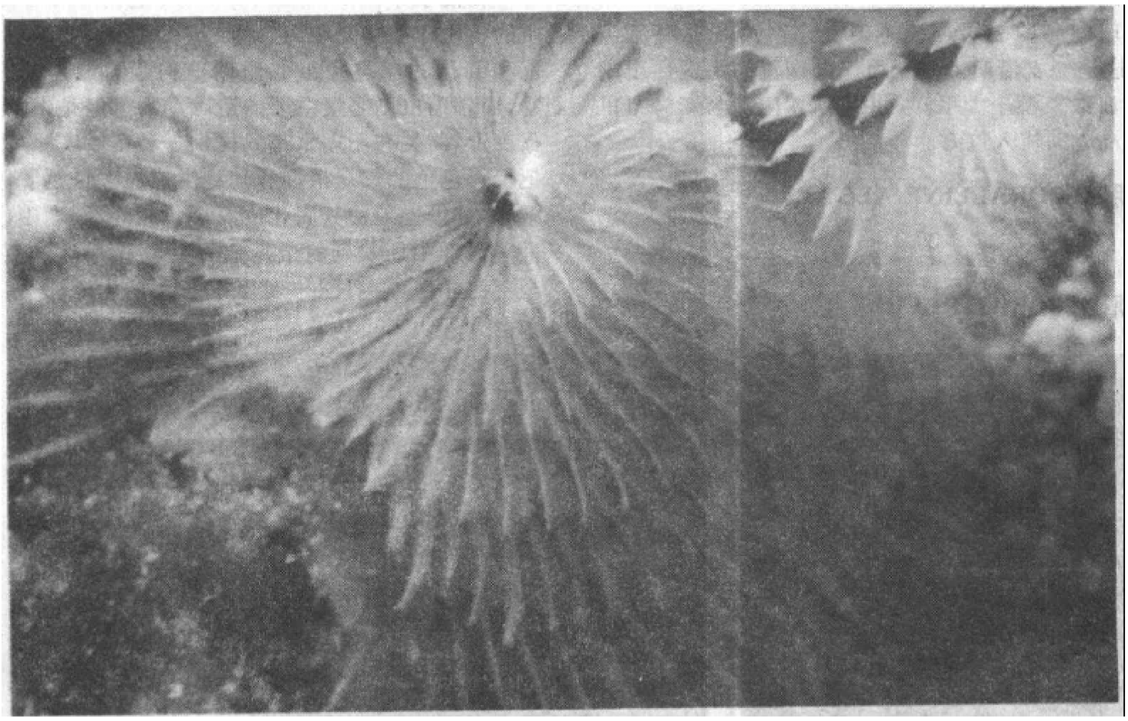


图 4　在巴哈马群岛大珊瑚礁附近，水螅型珊瑚虫伸展出羽毛状的触手

珊瑚海(CORAL SEA)

位于南太平洋的西北角，澳大利亚的东岸外海。其具体范围，从格拉夫顿附近南纬 30°处起，沿澳大利亚北岸经托雷斯海峡，到新几内亚的巴布亚区。再由此往东，沿礁线到伦内尔和所罗门岛链的圣克里斯托巴尔，然后向南沿新赫布里底群岛的东边到阿内蒂乌姆，再转向西南，经新喀里多尼亚到南纬 30°处，并沿南纬 30°纬线到澳大利亚沿岸。珊瑚海的水域，北连所罗门海，南接塔斯曼海，经托雷斯海峡与印度洋相通。珊瑚海总面积为 479.1 万平方公里，容积为 1147 万立方公里，平均水深为 2394 米。

早在 16 世纪和 17 世纪，珊瑚海就被英国、荷兰、葡萄牙和西班牙的考察家们打开大门，向世界开放了。1511 年，葡萄牙的一位航海家 A.d. 阿布列首先发现了新几内亚岛。1542 年，西班牙考察家 O.d. 雷耶斯登上该岛北岸。1567 年，西班牙考察家 A.n.d. 奈伊拉，在新几内亚以东发现一群岛链，他以为找到了所罗门国王庙宇里的金源，因而取名"所罗门"。1606 年葡萄牙人 P.d. 奎因罗斯，又在此以南发现新赫布里底群岛。1774 年，英国人 J. 库克对这里进行了更全面的考察[参见　"库克，J."]。在这次航行中，库克更往西发现了新喀里多尼亚岛，并给该岛取苏格兰的名字罗曼。1606 年，西班牙考察家 L.V.d. 托雷斯，经托雷斯海峡(因而现在以他的名字命名)航行，可能已看到了澳大利亚大陆。同年，荷兰航海家 W. 詹茨考察了澳大利亚北岸的卡奔塔里亚湾。1642 年，A.J. 塔斯曼考察了澳大利亚东南端外方的塔斯马尼亚岛，所以，该岛现在以他的名字命名(虽然他曾称之为范载曼之地)。同时，塔斯曼还环绕澳大利亚航行了一周。

珊瑚海周围，除了澳大利亚东岸(尤其在布里斯班之北)和新几内亚南岸以外，陆架都很狭窄。火山性的所罗门岛和新赫布里底群岛的周围，因太陡峭，不可能有很宽的陆架。但在这些浅滩上，却存在着世界上最大的三个珊瑚礁，因而得名珊瑚海。其中最大的是大堡礁，分布于澳大利亚东北岸离岸 16—241 公里处，长达 2012 公里。另外两个是塔古拉堤礁和新喀里多尼亚堤礁。前者分布于新几内亚的东南岸和路易西亚德群岛一带；后者从新喀里多尼亚岛向北一直延伸到当特尔卡斯托礁，这些珊瑚礁为丰富的海洋动、植物提供了优越的条件[参见"珊瑚礁"]。

珊瑚海深海盆的四周都是陡壁，底部因有一些大型海沟、海盆、海隆和海台，地形错综复杂。北部有珊瑚海盆，东北部有新赫布里底海盆。向西南延伸的塔斯曼深海平原，被海中央由北而南的洛德豪海岭分隔着。这些海盆的水深都在 3658 米以上，但海隆离海面却只有 1219 米的深度。巨大的昆士兰海台，分布于珊瑚海盆的西南部，其上有许多环礁和暗礁。珊瑚海的四周有两条海沟：圣克里斯托巴尔海沟分布于所罗门群岛的南侧，新赫布里底海沟紧贴新赫布里底群岛的西岸。这些海沟都比海盆深得多，大约为 9144 米深。珊瑚海的深海底，覆盖着红粘土和球房虫软泥，而陆架浅海，主要覆盖着自暗礁

和环礁的碳酸盐岩屑。

珊瑚海的表层环流主要受东澳大利亚海流控制，这是一支沿澳大利亚海岸向南流的海流。珊瑚海的海水来源于太平洋，并从所罗门岛与新赫布里底群岛之间流入该海。

珊瑚藻(CORALLINE ALGAE)

见"藻类"。

珊瑚礁(CORAL REEF)

较浅水中的一种石灰石构造，它是很多分泌钙质的植物和动物复杂组合的结果。目前，蓝绿色、绿色和红色的藻类是组成珊瑚礁构造的最重要的植物，而珊瑚虫则是最主要的造礁动物。但是，在很大程度上，藻类和珊瑚虫都只提供一种基质，其作用是把形形色色的礁居植物和动物生成的大量钙质保存下来，并慢慢地使其固化成石块。此外，珊瑚礁也是世界海洋中所找到的最复杂的生态系统之一，它在全部海洋环境中只占一个比较狭小的生境。

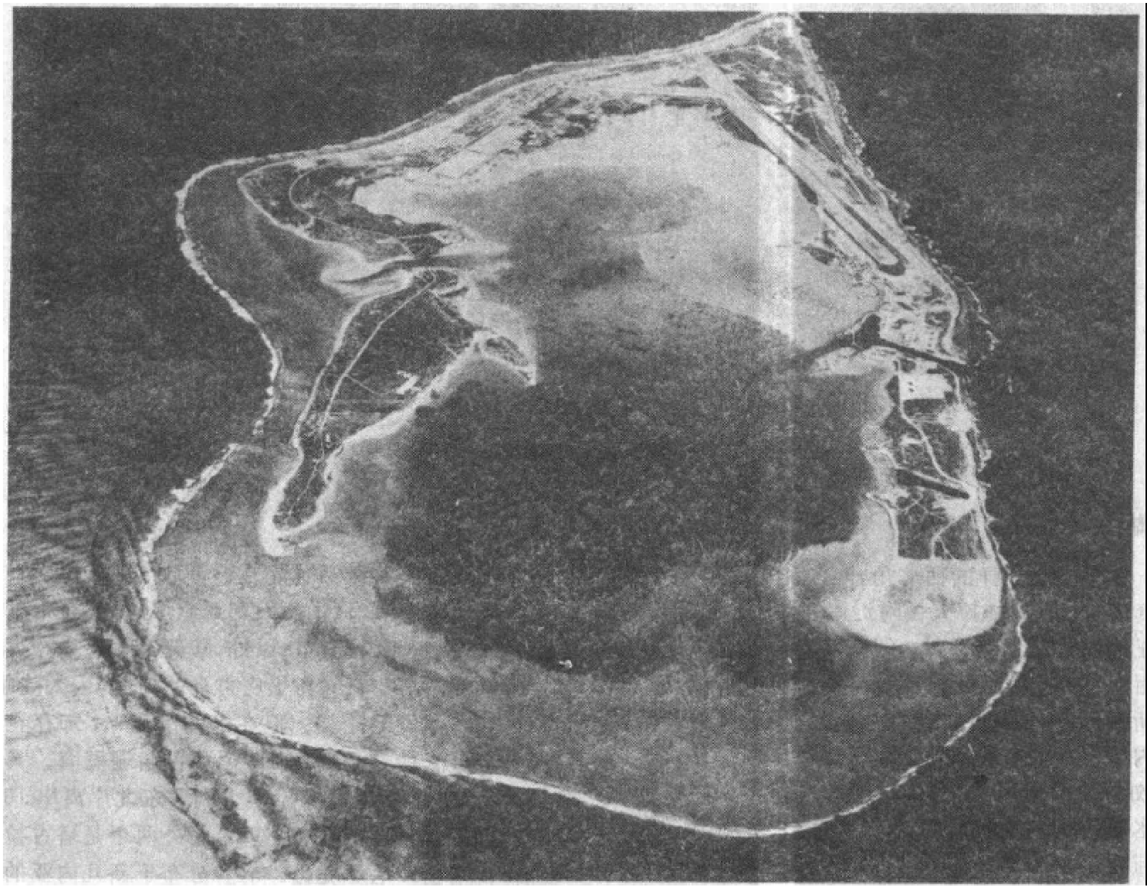


图1 威克岛——美国的一个海军航空设施中心，实际上是一个环礁或说是环绕泻湖的环形礁

今天，活珊瑚只能在北纬35°和南纬32°之间找到。为了能迅速生长，珊瑚必须有一个稳定的海底作为生长点，其深度大约不超过20米，以便阳光能产生光合作用。而且，这里的海水必须是清澈的，理想的温度应在25－30℃，不能低于18℃，含盐量应在27－28×10⁻³范围内。由于大部分造礁植物和动物是静止不动的（固着的），因此必须有很好的海水循环连续不断地提供食物。海面相对于礁的高度，必须使礁的顶部只在低潮期才可能露出水面，或者根本不露出水面。在正常条件下，珊瑚礁可以以每年2.5厘米的速度生长，但是，由于风暴潮、钻孔的海洋蠕虫和某种捕食动物（即刺冠海星）的破坏作用，珊瑚礁在很长的时间内并不能以这样的速度增加它们的质量。

珊瑚礁的地质史 约在20亿年前，随着丝状藻类的出现，世界海洋中开始形成第一批珊瑚礁。这批珊瑚礁相当有特色，它们由层状石灰石组成，两侧为珊瑚礁碎屑，在化石资料中可以看到许多这样的珊瑚礁。这种礁的形式曾被命名为叠层石(stromatolite，来自希腊语，意思是扁平的"石头")。这种层状结构是藻丛毛魘状的上表面吸附细小的碳酸钙颗粒，一层接一层堆积的结果。每当生成一层，藻类就被迫向上生长以得到阳光，这样就又形成了一个新的生长面。



图 2　白云在马歇尔岛中的夸贾林环礁上空飘浮，这个环礁是世界上最大的环礁，其面积为 2175 平方公里

大约 6 亿年（ 600×10^6 年）前，寒武纪开始的时候，动物首次成了造礁群中的一员。这是一种叫做古杯类（Archeocyathid）的海绵状石质动物（希腊语，意指"古杯"）。这种动物与叠层石丛一起为礁类物质的积累提供了条件。后来，大约在 5.4 亿年前，古杯类没有任何明显的原因就完全消失了。在以后的 6000 万年中没有任何动物参加造礁过程，这个时期的所有礁只是由蓝绿藻类建造的。

大约在 4.8 亿年前，奥陶纪中期，动物又重新参加了造礁过程。这些动物包括叫做层孔虫（Seromatoporoid）的石质海绵和石灰腔肠动物（Coelenterates）——最早的珊瑚虫。参加造礁群的另一种植物是珊瑚状红色藻类——管孔藻（Solenopora）。约在 1.3 亿年前，藻类、珊瑚虫和海绵类的有益合作，使礁的生长繁盛起来。约在 3.5 亿年以前，这个造礁群又被一些不明的因素或是环境的变化所破坏。在以后的 1300 万年中，只有一些稀散的和缺乏营养的叠层石礁幸存下来。

在石炭期初期，造礁群又开始兴旺起来。新生的造礁群包括坚固的叠层石和与它一起的苔藓动物、腕足类动物及珊瑚虫。此外，两组新的钙质绿色藻类也加入造礁群，这就是粗枝藻科（Dasycladateans）和松藻科（Codiaceans），囊状串管海绵（Sphinctozoan）和海百合（Crinoids）类。这一新的造礁群在距今 11500 万年时兴旺繁盛，有几千个新种，积累成巨大的礁石，现在仍保留在化石资料中。但后来，象以前两次曾发生过的情况一样，灾难又降临了。这一次灾难（22500 万年前）的破坏是彻底的，在以后的 1000 万年中，世界上任何地方再也没有见到珊瑚礁。

大约在 21500 万年前，另一个造礁群又慢慢地生长起来。和过去一样，藻类还是这个造礁群中最重要的部分。然而，几种新的珊瑚虫科——石珊瑚（Scleractinians）显得也很突出。层孔虫属海绵重新开始生长。一种新的珊瑚状红色藻类——石灰藻（Lithothamnion）成了造礁群中重要的部分。而坚实又强韧的叠层石却由于它的消失而引人注意。但那时候，另一个间断期出现了，这个期间约为 2000 万年。在这段时间内，在世界上的所有地方，同样也没有见到珊瑚礁。接踵而来的是一个惊人的珊瑚礁发展期，一种不引人注目被称为固着蛤（Rudist）的双壳类软体动物发挥了最显著的作用。这种固着蛤作为

一种造礁物质，同藻类和珊瑚虫竞争了6000万年。后来，在接近白垩纪的时候，约在6200万年前，发生了动物大量灭迹，属于那个时期的全部动物的三分之一都未能幸存下来，115种恐龙属没有一种能幸存。在造礁群中，固着蛤和三分之二的珊瑚虫类同样也一起死掉了。

以后，在造礁群开始兴旺起来之前，大约又经过了1000万年。从那时候起，珊瑚虫成了造礁物质中唯一的成分。此后，又经历了几次造礁过程的衰落期，但却未出现大量的灭绝。很奇怪，在最后一次冰期中，海面的升降很大，但对珊瑚礁的影响却很小。现在，造礁群分布很广，但只限于赤道两边的狭小保护区内，因为那里的环境对它们的生长有利。

珊瑚礁的类型 有很多不同的珊瑚礁类型，每一种类型都反映了它们所在海底的地形特征和深度。例如，岸礁是直接沿着岩石海岸生长的，其宽度范围可达几十米。在所有珊瑚礁类型中，最大的和人们了解得更清楚的是堡礁。这种堡礁与海岸之间隔着一个深度可达20—100米的泻湖，堡礁本身宽约500米，但有些堡礁的宽度可达数公里。在有些地方，通常这种堡礁被水道切断，从而形成了海洋至泻湖之间的通路。在许多情况下，泻湖内还有一些孤立的尖礁，它给航行带来了灾难。堡礁的向海面是陡峭的，其形状通常与它所在基座的坡度一致。世界上最大的堡礁是澳大利亚的大堡礁，它沿澳大利亚东北海岸以断链状绵延2011公里，它离海岸的距离为16—24公里。

环礁与堡礁类似，所不同的是，环礁是围绕着一个泻湖的环圈状礁。某些环礁可在大陆架上见到，但大部分环礁都坐落在起源于深海底的孤立构造上。环礁的直径范围不大于32公里，且在大环礁围绕的泻湖中有小岛。环礁的礁石部分是一种浅构造，在低潮时往往会露出水面，并形成一条窄带，有时其宽度可大于1.5公里。马歇尔岛上的夸贾林环礁是世界上最大的环礁，其面积为2175平方公里。

珊瑚礁的成因 关于珊瑚礁的成因，海洋学家们大约争论了一个世纪。因为珊瑚在大约26米以下的深处是不能生长的，而在水面之上也只能生存极短的时间，那么问题在于几百米厚的珊瑚礁究竟是怎样形成的呢？C. 达尔文根据他在1831年的“猎犬”(Beagle)号上考察的结果提出，珊瑚礁只所以能够生长是因为它最初开始生长的基座为它逐渐创造了生长的条件。换句话说，为了弥补基座逐渐浸入水中的影响，造礁生物就得向上生长。现在，由于最后一次冰期结束，冰川融化，海面逐渐上升，这就为上述生长机制增加了说服力，也说明了这是一种可能的解释。

最近，科学家们研究出一种确定珊瑚生长速度的方法，这种方法是以活珊瑚吸收镭同位素为依据的。当珊瑚沉积出它的碳酸钙残骸时，镭同位素就以已知的速度衰变。这样，通过对生长珊瑚（头部）的大量取样，可以测定样品的年龄，并确定珊瑚生长的速度。珊瑚头部切片的X-射线照片显示出亮暗交替的条带，这就说明珊瑚的生长是周期性的。把用镭同位素方法分析过的珊瑚再进行X-射线分析证明，这种条带是年龄条带。

通过这些研究，珊瑚的生长速度现在已能精确地测出。研究条带和镭同位素的方法可以用来评定珊瑚生长速度的变化，因为珊瑚生长要适应其所在环境的变化。研究珊瑚得到的数据也可用来恢复放射性尘埃散落的图形并监测其局部地区水化学的变化。

珊瑚形海葵目(CORALLIMORPHARIA)

珊瑚形海葵目属于菟海葵珊瑚亚纲中(Zoantharia)海葵这个目。这种动物与珊瑚虫类似，其肌肉松弱，具有触手和复杂的“刺细胞”(Nematocysts)。它们并没有骨架，其触手在盘形肌体上以放射状排列，在其基部没有肌肉系统。它们分布在温带和热带的浅水中。大部分品种是单体生活的但也可能以大量的无性繁殖群体的形式出现。具体的例子有珊瑚形海葵(Corallimorphus)和棒状海葵(Corynactis)。

标准水(NORMAL WATER)

标准水也称哥本哈根水，为氯度在19.30×10^{-3}和19.50×10^{-3}之间(通常为19.372×10^{-3})的水，测定误差为0.001×10^{-3}。1902年由丹麦哥本哈根水文实验室首先制得这种溶液。这种水目前由“标准海水供应处”(Standard Sea-Water Service)制备并分配给世界各地，该供应处设在英格兰萨里戈达尔明沃尔姆利的海洋研究所内。这种溶液为全世界的海洋学家提供氯度值准确而可靠的标准水样品，也可将氯度值与电导率值联系起来。因此，这类样品对盐度计的校准特别有用，是所有氯度滴定的基准和用于硝酸银的标定[参见 “莫尔滴定]。

虽然常称之为哥本哈根水，但标准水来源于冰岛以南370公里附近的北大西洋，那里是远离重要污染源的开阔大洋区。通常一次约运回5000升海水，经仔细过滤、用紫外光照射杀死生物后贮存。将这种水稀释以调整其盐度，尽可能接近35×10^{-3}(这是大多数海洋学表上所采用的参考值)，然后转移到一大批专用的玻璃安瓿中。每批安瓿在装瓶时都要仔细作分析。因为目的只是对一种测定而提供标准，没有特别注意防止其它低浓度组分的进入或移出；因此在有微量组分存在时，这类样品不能连续使用75年的时间。

标准水(STANDARD WATER)

见“标准水”。

南海[SOUTH CHINA SEA(NAN HAI)]

西太平洋的边缘海，位于中国和越南的东海岸，泰国湾的东南端。南海的南面界线是以马来半岛和苏门答腊为准。婆罗洲、菲律宾和台湾组成东部边界。北面，南海与东海连接，界线从中国大陆的福建沿一条直线横越台湾海峡到台湾北端。南海的面积是368.5万平方公里；容积是390.7万立方公里；平均深度为1060米，最深处达5016米。

南海的北半部海底有一个很深的盆地。从这个海盆隆起了许多海山、海脊和海岸。这个盆地的中部就是著名的中国海盆。它的最深处达5016米。海底余下的部分是浅大陆架[参见 "大陆架"]。北面和西北面的陆架包括北部湾，宽约241公里。这个陆架的特点在于有中国的海南岛。往南是大巽他陆架，这是世界上最大的陆架之一。这个陆架从泰国湾开始，延伸于小巽他群岛和婆罗洲东部之间。这个陆架约深40米，在它的中央部分则深到100米。巽他陆架的中央部分包括一个在宽度上延伸4.8公里的水下谷系，这就是著名的Molengraaff水系。在上一个冰期海面低下时，这些海底山谷被切割了。

北面，连接东海的通路是160公里宽的台湾海峡。西南面，南海通过只有27公里宽，30米深，具有战略意义的马六甲海峡与印度洋水混合。南海与太平洋的通路主要是通过婆罗洲和苏门答腊之间的加斯帕海峡和卡里马塔海峡，婆罗洲北面的巴拉巴克海峡，民都洛岛西面的民都洛海峡和在菲律宾与台湾之间的巴士海峡。受冬、夏季风的影响，海水通过一股向南的弱海流经北面的台湾海峡、巴士海峡和巴拉巴克海峡流进南海。夏天，风转向了，海水通过加斯帕海峡和卡里马塔海峡流进南海。从河里流入南海的淡水主要是越南的红河、湄公河和中国南方的西江。

南森，F. (NANSEN，FRIDTJOF 1861—1930)

弗里德特乔夫·南森是挪威的一位北极探险家、动物学家和政治家。他由于1888年跋涉格棱兰冰盖和1893—1896年乘"弗雷姆"号横跨北冰洋的航行而在科学界出名。南森还因为从西伯利亚，中国和世界其它地区遣返50万名战俘的工作和直接援救俄国遭受饥饿的人民(1921—1923)而获得了诺贝尔和平奖金(1921—1922)。

南森是一位律师的儿子。他于1861年10月10日出生在挪威奥斯陆（克里斯蒂安尼亚）附近的一个富有家庭里。1880年南森进入克里斯蒂安尼亚大学攻读动物学。1882年，他乘船到格棱兰水域去作调查研究。这次海上调查激起了他对研究北冰洋的强烈爱好。返回挪威之后，他成为卑尔根博物馆负责动物学采集的管理人员。1888年他从克里斯蒂安尼亚大学获得博士学位。

1887年，南森提出用雪橇进行横跨格棱兰冰盖的考察规划。但是挪威政府拒绝提供资金。后来他从一个丹麦人那里获得了财政支援，于是便开始执行他的计划。1888年5月，南森在5个同伴的伴随下离开挪威。由于冰的状况考察组在靠岸之后遇到了相当大的困难。8月16日他们开始由东向西艰苦地行进。10月上旬，南森到达格棱兰西海岸上的戈德撒泊村。但是因为最后的一班轮船已经启航，所以他们不得不在那里过冬。而那个冬天却给了南森研究爱斯基摩人的一个机会。最后他写成一本名叫《爱斯基摩生活》的书并于1891年出版。

格棱兰考察成功之后，使南森为他下一次探险——利用浮冰群漂浮横跨北冰洋所进行的筹款活动中遇到的困难大为减少。南森利用那些大部分是私人捐助的资金建造了一艘船。并给该船取名为"弗雷姆"。这艘船的最大特色是其外壳呈圆形。这样可以使船易于挤进大冰群并拱在其上面。1893年6月24日，南森带着12个同伴启程向北冰洋进发。9月22日，"弗雷姆"号到达切柳斯金角东北方向的北纬77°43'，东经134°的冰区。在漂浮过程中，南森通过计算发现这条路不能使该船跨过北极。因此，在1895年春天南森带着一个同伴离船乘雪橇向北极前进。冰况使行进遇到难以克服的困难。所以他们于4月8日返回到离那里1126.5公里远的弗朗兹-约瑟夫-兰德。根据记录，他们曾到达过北纬86°14'的地方。在南森回到挪威8天之后，"弗雷姆"号也返回挪威。

南森回到挪威以后，在克里斯蒂安尼亚大学任动物学教授。但是，他的兴趣却转向物理海洋学。后来，在1908年他转为海洋学教授。从1896年至1917年，南森致力于科学研究。他参与了国际海洋考察理事会的创建工作，并参加了"迈克尔·萨斯"号到挪威海的调查(1900)、"弗里德特乔夫"号穿过北大西洋中部的调查(1910)、"维斯列莫伊"号到斯匹次卑尔根海区的调查(1912)和"阿尔马乌尔·汉森"号到亚速尔群岛及B.赫兰德-汉森区的调查(1914)。在1893年（此处原文为1939年，显然有误。据分析可能是1893年。——译注），南森还曾通过巴伦支海和喀拉海到达叶尼塞河，后来经西伯利亚返回。上述这些调查研究的成果，最后出版了许多文献。其中很多出版物上都有南森亲自作的图解说明。另外，南森还在海洋学仪器的设计，风生洋流的解释和北方水域水层形成的方式等方面的研究中作出了贡献。

后来，南森对个人与国家之间的关系问题逐渐产生兴趣。1905年他把自己卷入挪威和瑞典之间解除联盟的争论之中。1906—1908年，他受挪威国王的委派到伦敦担任第一任公使。1917年，他率领挪威代表团到美国参加了关于对挪威基本援助的豁免问题谈判。1920年，国际联盟委任他为高级专员，负责遣返50万名战俘的工作。完成这项任务后，国际红十字会又请求他负责指导俄国难民的救济工作。由于南森的这些工作和他为俄国、亚美尼

亚、希腊难民的利益所作出的努力，使他1922年获得了诺贝尔和平奖金。后来他把这笔奖金又用于支援国际性救济活动。

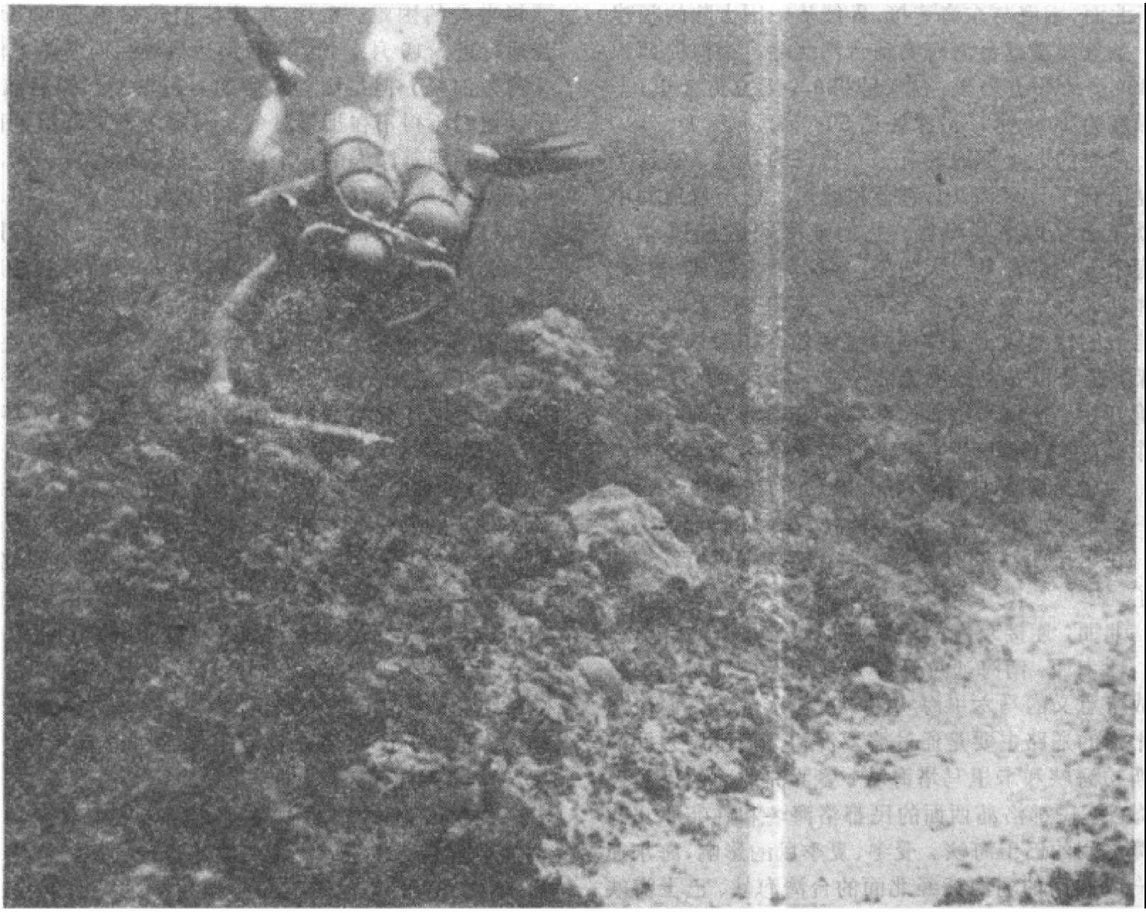


图 一名潜水员在距婆罗洲以西约144公里处的南海海底山顶上游泳

南大洋(SOUTHERN OCEAN)

或称南冰洋，是唯一环绕南极大陆的水域。南大洋的范围，正式公认的，只笼统地包括大西洋、太平洋和印度洋的最南部及其附属海(阿蒙森海、别林斯高晋海、罗斯海、斯科舍海和威德尔海)。然而，科学家们已日益感到，把这些水域单独划出来，对他们的研究工作将更有用处，而其北界划分的确切位置尚有争议。有的认为，应以南纬45°纬线为界，因为此纬线约在澳大利亚的最南端，同时也可能是冰山活动范围的最北极限。另一些人认为，应根据水团来划界，即以南纬52°纬线附近的南极辐合带为界，因为这一带是南极水与副热带水相交汇的地带。还有一种意见认为，应以南纬55°纬线为界，因南美洲最南端(合恩角)约在这一带，是一较为现实的分界线。若采用后一种划界方法，南大洋的总面积为3200万平方公里，总容积为1.2亿立方公里。如果以南纬40°为界，南大洋的总面积将扩大到约7500万平方公里。

考察史 已经证实，对于是否有南方大陆(terra australis)存在的推测，要比南极的实际发现早2000年。在某种程度上说，之所以持存在南方大陆的观点，是为了与北方的大陆相平衡，以免地球被倒翻。曾经有很多次航行到被认为存在着南方大陆的地方去，但是，除了只找到狂涛滚滚的大海外，什么也没找到。随着多次寻找的失败，对南方大陆的想像形象也就渐渐消失了。

1520年，著名的葡萄牙航海家F. 麦哲伦发现了在南美大陆与火地岛之间的麦哲伦海峡，并航行到太平洋完成了他的环球航行。麦哲伦正确地认为，火地岛是南美洲的一部分，并非是南方大陆。1577年，F. 德雷克又经过麦哲伦海峡航行，但是，当他还未能沿太平洋海岸北上返航时，就被风刮向南方去。有人曾宣称，德雷克被迫绕道航行时，发现了合恩角，这是错误的。其实，应归功于荷兰人W. 斯考顿和J.L. 玛丽，是他们于1616年的一次航行中发现的。不过，德雷克的确表示过这样的意见，在他所在地最南端的某一地方，太平洋与大西洋两水域一定是滔滔相通的。果然，他的判断是完全正确的。

因而，现在把合恩角与南极之间的海峡，称之为德雷克海峡。

到十八世纪和十九世纪初叶，终于证实，南方大陆的存在是事实，并非仅仅是传说。1700 年，因哈雷彗尾而闻名的 E. 哈雷爵士，曾为测量磁偏角到最南的远方去航行，他向南到达南纬 52.5°处，如采用以南极辐合带为最北边界的话，他已进入了南大洋的边界线内。此后，当时最能干的探险家 J. 库克，在他一次为时三年（1772—1775 年）的航行中，环行南极一圈，成为第一个横渡南极圈的人。虽然，在航行期间，库克和他的船员对冰山开了一个“猫和老鼠”的玩笑，实际上，他从未看到过南极洲。正是在库克的调查报告中，提到了南极水域多鲸鱼和海豹，于是，南大洋就立刻成了人们所喜爱的这类动物的捕猎场。

俄国人宣称，南极大陆是俄国海军上将，B. F. v. 别林斯高晋于 1819—1821 年的一次航行中第一个发现的。但是，别林斯高晋自己却没有说应归功于他。据记载指出，第一个发现南极洲的是英国船长 W. 史密斯和一个名叫 N. 帕尔默的康涅狄格海豹猎手。1819 年，此二人发现了现在获双重地名的帕尔默地和格雷厄姆地，也就是现在被称为南极半岛的陆地。但由于冰情不许可，史密斯和帕尔默都未登上他们所看到的陆地。因此，另一位海豹猎手、美国人 J. 戴维斯，在 1821 年的一次航行中成为第一个登上南极洲的人。

许多为寻找有用的捕鲸场和捕海豹场而漫游南大洋的冒险海员，都曾作过许多发现。不幸的是，他们毫不例外地，都没有公开报道。1819 年帕尔默发现陆地这件事，也是过了一个世纪后才被揭开的。因为他们怕别人知道，一直把船上的航海日志严加保密。唯独英国恩德比公司的做法，十分令人钦佩。他们鼓励自己的船长去寻找新的发现，更值得赞扬的是他们把自己所找到的发现公布于世。1822 年，恩德比的一位船长，叫做 J. 威德尔，写了一个关于 74°35′ 的“最远的南方”的报告。另一位恩德比的船长，J. 布里斯科，到别林斯高晋和库克都未达到过的更南的纬线上，进行了一次环绕南极的航行。正是布里斯科，他曾给南极半岛命名为恩德比地和格雷厄姆（海军大臣）地。

海流，气候和冰　为了阐明南大洋各层海水的复杂运动，海洋学家们曾不遗余力地奋斗了几十年，但问题仍没有完全解决。一般可从由遍地冰封的南极洲刮到海里的冷风开始描述。这种下吹风是由于下垫层空气接触到南极大冰块变冷，使空气密度增大而引起的。在重力的作用下，空气滑坡而下，吹向海面。这些风常可达到暴风的风速，把大量松散的雪吹到沿岸水域，用作结冰时的冰核，使海冰得以显著地发展，每年都达到约相当于南极大陆两倍或三倍那么大。这样的结冰过程，使冰下的水不仅变冷，而且也增盐。这种水温为－1.4℃的高密度水，象环形瀑布似的，大规模地慢慢沉入深海，成为南极底层水。其最大流量估计约为 8 亿（800×10^6）米³/秒。迹象表明，这种向北流入大西洋、太平洋和印度洋的南极底层水，最北可达阿拉伯海和孟加拉湾。南极底层水的流入，对三大洋热量的总含量有显著的影响。

南极底层水的流出，就必有等量的水流入以作补偿。起此作用的似乎就是较暖的上层水，从较北的纬度向南流，通常称之为绕极深层水。此较暖的深层水，沿南极周围的近岸，上升到相当浅的水层，富营养盐类，使该区域海洋生物繁盛。

被融冰和低气温冷却的南极表层水，于南纬 50°—60°之间的纬度带，与北面来的亚南极暖水（8—10℃）相遇，这一环绕着南极的两种表层水的交汇带，就是众所熟知的南极辐合带，或南极前锋带。在某些区域，较冷的南极水下沉到较暖的亚南极水之下，形成南极中层水。在南极前锋带南、北两侧，由于表层水温及其对气温的影响都有显著的不同，形成了鲜明的对比。穿过锋带向南航行，就如一下从春天变成冬天似的。锋面两侧不仅盐度和温度不同，而且海洋生物也各异。

环绕南大洋的主要流系是强盛的南极绕极流，在强盛的西风作用下，由西而东环绕南极流动。南极绕极环流——常称西风漂流——以南极锋带为中心，是最大的洋流之一。至于这支洋流的输送量，经过了多年的研究和讨论，仍未取得一致意见。在种种估计中，有的认为，南极和合恩角之间的流量为 1.5亿米³/秒，南极和塔斯马尼亚之间的流量为 1.8亿米³/秒，南极和非洲之间的流量为 1.9亿米³/秒。如果这些数字能代表实际情况的话，南极绕极环流约相当于 800 条亚马孙河，川流不息地环绕南极洲流动。

南极绕极流的流径并非是环绕大陆的平滑圆周，而是受海底地形的影响，往往忽南忽北有所偏离。另外，还有大量的水向北流入塔斯曼海和印度洋。

紧贴南极大陆的是一支微弱而间歇性的海流，称为向西沿岸流，是受自东而西的风系的作用而形成的。

前面曾提到过，每年 3、4 月份，由于下吹风把漂雪吹入海里，使南大洋的近岸区就开始形成流冰群。到 9、10 月，流冰群范围达最大。此时，冰的覆盖面积约占世界大洋的 6%。如果南大洋的北界以南纬 40°纬线计算，约占南大洋的 30%。流冰群的范围并非与南极岸线成等距离分布，有的区域可伸展到离岸 160—1600 公里远之处。流冰群主要随着来自菲尔希纳冰架（威德尔海）、罗斯冰架和谢克尔顿冰架的冰川而增长的。这些巨大的陆冰（ice shelf）是由陆地冰川的外缘（向海一侧）周期性地崩裂后而漂移出来的，形成平坦的庞大冰山，露于海面之上的部分高达 30—46 米（原文误为公里。——译注），沉于水

下部分深达 305 米。冰山的长度，通常为 8 公理，据记载最大可达 145 公里，其总面积约相当于"康涅狄格州的大小"。大部分冰山被浮冰群围封在南极锋带以南，但也有的能漂到非洲的南端，对航海造成极大的危害。

南大洋的冰、流和水团，对全球天气都有深远的影响，这已为人们充分认识到。尤其是南极洲周围冰的形成与激增，能为冰期的来临提供线索。

沉积物和海底地形 地质学和地球物理学方面的研究指出，南极大陆在南极纬度带也许已达 2 亿年之久。植物化石的存在却说明，2.5 亿年前，南极大陆还处在较温暖的纬度上。约在 2 亿年前，随着冈瓦纳大陆的崩裂，主大陆和次大陆开始漂移开，只孤独地留着南极大陆。显然，在崩裂之初，南美洲，非洲和印度大陆已漂离开，此时，一个雏型的南大洋已开始形成。新西兰是于 6000—8000 万年前分开的，澳大利亚则于 4500 万年前才被崩裂开。在这些大规模的运动中，遗留下来的碎片就是现在的斯科舍岛弧，该岛弧位于火地岛和撑托着南乔治亚、南桑德韦奇、南奥克尼群岛和凯尔盖朗海台的南极半岛之间。凯尔盖朗海台向北伸入印度洋，其北端支撑着凯尔盖朗群岛。大陆崩裂和漂移的过程，给人印象最深刻的证据是洋中脊[参见 "大陆漂移"]，它标志着南大洋洋底的主要特征。该洋中脊环绕着南极海底，全长为 16000 公里，并与向北伸入大西洋、太平洋和印度洋的延伸体相连接。洋中脊高出海底 1—3 公里；最大宽度可超过 1500 公里；距南极大陆的距离，以罗斯海一带为最近，以太平洋东部、印度洋西部为最远。

这几个洋中脊连接起来，就把南大洋洋底分成三个主要海盆。第一个为瓦尔迪维亚海盆，西自斯科舍海弧，东至凯尔盖朗海台，北达洋中脊。该海盆的最大水深为 5872 米。诺克斯海盆位于诺克斯海岸的外方，最大深度为 5458 米。别林斯高晋海盆位于别林斯高晋海的外侧，最大水深为 6414 米。

南大洋海底沉积物的分布，区域性相当显著。从沿岸到流冰群的北界线(冬季)，主要为冰川碎屑沉积，这些物质均由泥沙流和冰山融水从陆地带来的，其粒度从粒石到很细的泥均有。南极锋带为两种显然不同沉积物的分界线，此线以南，主要为硅藻(硅质)软泥；以北，为有孔虫(钙质)软泥。这种沉积类型的分带，主要由两种不同水团的分布所导致。

生物 尽管南大洋是既严寒又风暴呼啸的水域，但各种类型的海洋动物仍很多。也许，南极锋带(50°—60°S 间)和陆架边缘之间的绕极深层水是使生物丰富的最重要因素，因绕极深层水营养盐很丰富，这是大量浮游生物——尤其是硅藻、甲藻和硅鞭藻的繁殖所需要的。沿岸水域也多浮游植物。这里有"海上牧场"之称，就是指富集浮游动物饵料。浮游动物中主要为桡足类甲壳动物和磷虾，这些浮游动物为鱼类、海洋鸟类、鲸鱼和海豹等栖息于南大洋的动物提供了食物基地，其中磷虾更具有重要意义。

1775 年，J. 库克提出了关于他在南大洋发现很大种群的鲸鱼的报告，并组成了一个专门行业，一直持续到现在。世界上鲸鱼的密度以南大洋为最大，如蓝鲸、巨臂鲸、鳍鲸、黑板须鲸、露脊鲸、缟臂鲸和抹香鲸均有。须鲸类(除了上述抹香鲸以外)主要食磷虾(kril)，虽然另一种磷虾(euphausiids)和桡足类甲壳动物也都被吃光。磷虾(kril)喜爱大密度集群，群的直径可达 600 米以上，这对鲸鱼的捕食极为方便，须鲸类鲸鱼只须张开大口游过磷虾群，就为磷虾布设了天罗地网，全被吞噬。

于 19 世纪末叶，南大洋鲸鱼的总数估计为 100 万头，到 1930 年，估计减为 34 万头，此后若干年来，更大为减少。这件事已引起了人们的注意，当鲸鱼总头数减少时，必然导致磷虾种群的激增。好几个国家已对可供人类食用的磷虾丰产的问题进行了讨论。估计现在过剩的磷虾约为 1.5 亿吨，或者说，约为全世界每年渔获量的两倍。根据 1974 年的实际数字，苏联捕捞磷虾为 18 万吨，日本为 590 吨。南大洋磷虾总量的激增究竟对南大洋的生态学有何影响，目前还不太清楚。

南大洋有 6 种海豹：威德尔海豹、大眼海豹、豹形海豹、锯齿海豹、南方象海豹和南海熊。其中锯齿海豹是世界上最多的，约为 3000 万头，威德尔海豹约为 10—50 成头，豹形海豹约为 10—30 万头，大眼海豹约为 10 万头。各种海豹都以磷虾、鱼、乌贼和甲壳动物为食物。

南大洋约有 100 种鱼类，其中大部分为南大洋种群——一种在底层活动很慢的觅食者。近几年来，虽然苏联已在好几个城市的市场上销售南极红鱼(Notothenia rossi)，但销路仍不大。

南大洋也是约 50 种鸟类的根据地，或者临时栖居之地。不能飞的企鹅最适宜于南极的严寒气候，但其它的鸟类，如大鸥，以幼企鹅为食物，似乎也很适应。南大洋鸟类最喜爱的食物是磷虾、乌贼和鱼。



图 2　该船靠近南极洲凯南湾的小冰山，这些冰山是从冰架崩裂出来的，整个厚度约为 330 米

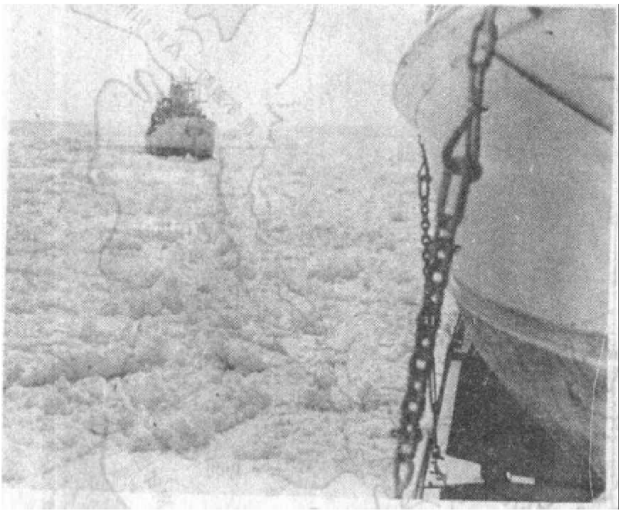


图 3　美国“冰川”号船正在罗斯海麦克默多海峡的冰群中破冰开道

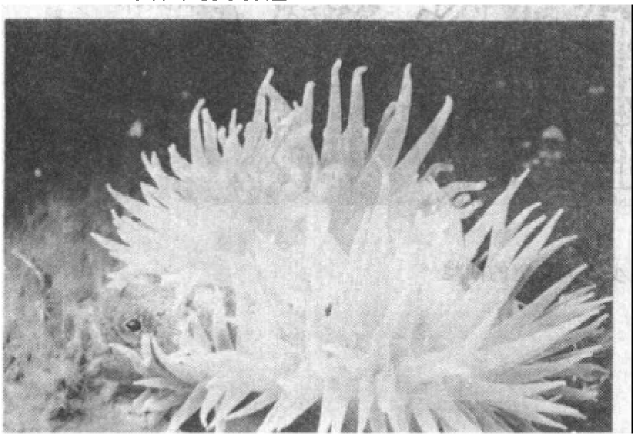


图 4　在麦克默多海峡，海底的海葵，成为鱼类的掩蔽所，躲在里面的鱼儿正在窥视外界。南大洋已发现有 100 多种鱼，其中大部分是缓慢活动的觅食者

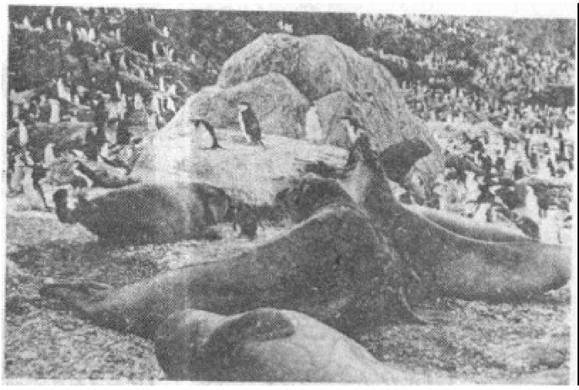


图 5　在南极半岛最北端附近的象岛上，象形海豹与昂首直立的企鹅和谐共处于海滩上。南极洲及其邻近水域多海洋动物，主要原因是陆架边缘的绕极深层水营养盐类很丰富，为食物链提供了良好条件，从各类浮游生物到鱼类、海豹、鸟类和鲸类大量繁殖

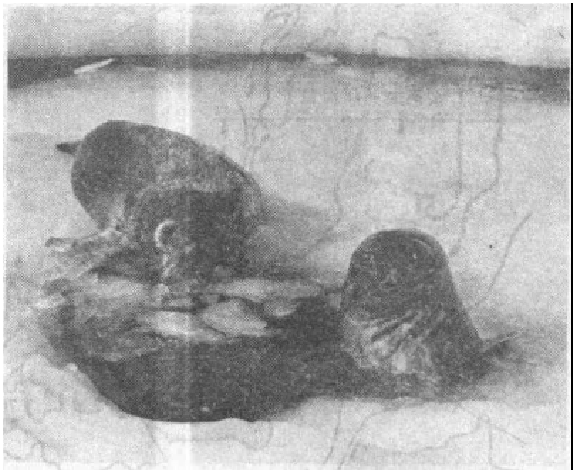


图 6　在麦克默海峡，把头伸出冰洞的威德尔海豹，是南极六种海豹中的一种，其总头数约在 20 万—50 万头之间

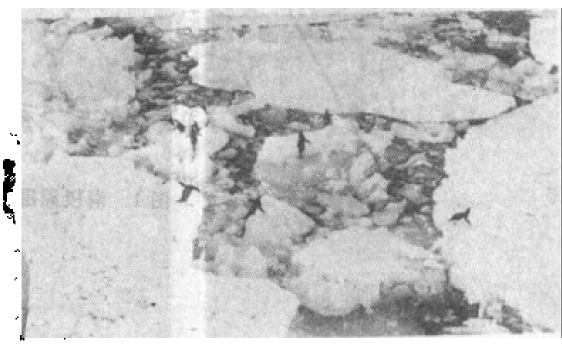


图 7　昂首直立的企鹅雀跃在南极阿瑟港的浮冰上。南大洋约有 50 种鸟类，主要以磷虾、乌贼和鱼类为食物

南冰洋(ANTARCTIC OCEAN)

见"南大洋"。

南极圈(ANTARCTIC CRICLE)

南纬66°32′的纬线(通常只取南纬66°30′线)。在该纬线上,南半球的夏至日(12月22日左右),太阳终日不落;冬至日(6月21日左右),太阳终日照射不到。从南极圈向南到南极,连续24小时的白昼和黑夜的时间逐渐增加,直到南极增加到6个月,在极点,终日白昼始于9月21日,持续到第二年3月21日;终日黑夜则从3月21日到9月21日。南极圈是南寒带和南温带的分界线。1773年1月17日,J. 库克首次穿越南极圈。

南极绕极流(ANTARCTIC CIRCUMPOLAR CURRENT)

世界海洋中最大的洋流,其流率估计在90—100×10⁶米³/秒。即使是以最低的流量计算,它也是世界上最大河流——亚马孙河流量的400倍。南极绕极流围绕南极自西向东流动,先后流经大西洋,太平洋和印度洋的最南端。

南极绕极流由于受到大陆、海底地形和北部边界其他海流的影响,致使其局部地偏离围绕南极的路径。南极绕极流的北部边界与南大西洋海流、南太平洋海流及印度洋中的厄加勒斯海流的西部扩展部分相衔接。

挤入(DIAPIR)

见"大陆架"。

桡足类(COPEPODS)

小的海洋甲壳类动物。它们组成了永久的浮游生物(Zooplankton)中的最大一类,或者说它们是微小的海洋动物(平均5毫米),特别是在世界海洋的表层,它们会从一处漂浮到另一处。

虾状的桡足类(可能除了线虫或无环节的虫之外)其数量无疑超过地球上所有其它动物。在海洋中约有1万种不同的桡足类,估计单是一个品种,在沿岸表层水域中,其数量可达到每立方米28000个个体。这些动物在海水中趋向于作垂直移动,即它们上下改变位置正合太阳的升起和下落。

有些桡足类是食草的(食草动物),它们只摄食植物(浮游植物),但其它的则是食肉动物,并依靠摄食其它微小的海洋动物而生存。

桡足类中的飞马哲水蚤(*Calanus finmarchicus*)是生活在海洋中的最普通的一种,它消耗大量的硅藻,但却回避腰鞭毛虫的角藻毛虫(*Ceratium*)。

通常,要给桡足类作一总的体形方面的描述是很困难的,因为它们的形状差异很大,而且有许多种类只能依靠研究它们的生活史才能辨别出是属于桡足类。它们没有背甲(几丁质的外壳),身体一般有九节。它们有不同数目的成对的体躯肢,但不超过六对。有些种如:*Cecrops latreilli*, *Sphyrion lumpi* 和鲑疮痂鱼虱(*Lepeophtheirus salmonis*)是相应地寄生在太阳鱼(*Mola mola*)、鲈鱼(*Sebastes marinus*)和鲑鱼上。

桡足类时常称作"海中的昆虫",消耗微小的藻类,将藻类中的多不饱和脂肪改变成不饱和和油贮藏在袋中以备饥荒时期作为食物应用。

桡足类(特别是普通的桡足类)构成大西洋鲱鱼的主要食物。鲱鱼是在世界海洋中最繁盛的鱼。鳕鱼摄食鲱鱼,海豹摄食鳕鱼。在这一特殊的海洋食物链中,海豹又为虎鲸所捕食。

在某些海洋区域中,当幼鲑从它们诞生的河流游入大海而开始海洋生活时,通常摄食这些富含脂肪的桡足类。由于幼鲑只食用桡足类,因而它们整个的新陈代谢系统是专为消化大量油脂用的。油脂转变成脂肪醇,然后由脂肪醇转变成脂肪酸。脂肪酸是人类食用的普通脂肪的成分。

但是要实现这一化学转变,在中间阶段必须涉及脂肪醛。至今在鲑鱼中还没有发现脂肪醛的踪迹。

脂肪醛在人类新陈代谢中也是神秘的。它是人类心脏肌肉和脑的主要成分,但是它们的存在从未解释清楚。对各种桡足类油脂的分析和对鲑鱼的新陈代谢的深入研究,将为揭开脂肪醛是怎样产生的和它们的作用是什么提供线索。

挪威海(NORWEGIAN SEA)

位于挪威与冰岛之间,南濒北海和大西洋,西接格陵兰海,北与北冰洋及巴伦支海相通,更准确地说,挪威海,东北部,以斯匹次卑尔根的最南端到挪威海岸北角的连线为界;东南部,以北角与施塔特角之间的挪威西岸为界;南部,从施塔特角(挪威)到马克尔弗拉加,然后到富格尔的西北端,再到冰岛杰平之东端的连线为界;西部,以杰平(冰岛)的东端与斯匹次卑尔根最南端的连线为界。挪威海总面积为138.3万平方公里,平均水深为1742米,容积为240.8万立方公里。

据记载,第一个到挪威海的探险家可能是马萨利亚的皮特阿斯。根据经典作家波里比阿(Polybius)及博学的地理学家斯特拉波传下来的记述说,于公元前320年,皮特阿斯扬帆驶出了直布罗陀海峡,沿西班牙和法国海岸北航,经过地角、肯特和奥克尼群岛,环绕不列颠诸岛航行。记述指出,皮特阿斯从不列颠往北航行了6天,发现了一块陆地,其大小约相当于船在冰海中航行一天的航程,那里的夏天,昼长仅2—3小时。至于皮特阿斯所描述的究竟是冰岛还是挪威海岸,诸学者无统一看法。不管怎样,他已驶进了挪威海的北部是可能的。如果皮特阿斯的航行是属实的话,他就应该是一位历史上最伟大的探险家。因为他那一次航行,在以后一

千年内也仍是卓越无比的。

根据A. 韦塞克斯国王传下来的记载，约于870年，一位叫奥塔尔(或奥塞里)的挪威酋长，沿挪威海岸扬帆北上，穿过挪威海、巴伦支海，进入摩尔曼近岸的白海。继奥塔尔的发现之后，哈拉尔德国王把白海以北很远的区域都归纳进来，他的继承者，为了贸易和征服的双重需要，又发起了对挪威海的多次调查。

挪威海几乎与挪威海盆的面积相等。该海盆的最大水深为3960米。其范围，东起挪威海岸，西至洋中脊，南临威维尔-汤姆森海脊、冰岛-法罗海脊。海盆内的沉积物，在深海区主要为球房虫软泥和硅藻软泥；在近岸区为粘土和粒石；在冰岛周围，为火山灰混合物[参见 “海洋沉积物”]。

挪威的潮差，从法罗群岛的0.3米，到挪威北角的2.3米，大小不等。挪威海的水团，据分析，有北大西洋水和挪威深层水，后者是由大西洋水与北冰洋水在扬马延岛附近混合形成的。挪威深水团冷却到约-1.0℃后，就下沉到北大西洋水之下，所形成的水层，水温相当稳定。100—600米层的水温，南部为9℃，北部为6℃；在600米以深的水层，水温均为-1.0℃。

挪威海海水的运动，主要受挪威海流，即北大西洋海流分支的控制。它以0.5节的表层流速，流入苏格兰以北的海区，海流的输送量约为300—600万米^3/秒。在这支海流的北面，有一分支，即北角海流，流入巴伦支海。主流与斯匹次卑尔根海流合在一起，继续沿斯匹次卑尔根的近岸流动。

“挑战者”号考察(CHALLENGER EXPEDITION 1872—1876)

“挑战者”号考察指的是英国考察船“H. M. S. 挑战者”号于1872—1876年间进行的、航程6.9万海里的环球航行。它的发现标志着科学海洋学的开始。一般认为，19世纪的这次考察期间所发展的方法和取得的大洋观测资料，为海洋学的各个分支学科的研究打下了基础。

“H. M. S. 挑战者”号是为爱丁堡大学博物学教授W. 汤姆森的使用而设计的。这艘调查船由一艘军舰改装而成，是一艘木制的小型护卫舰(风帆与燃煤蒸汽发动机推进的联合体)，全长68米，排水量2306吨。为了能在穿过大洋盆的深海环境中进行调查，该船装配了当时最好的设备。这艘调查船在海上历时三年半。在这期间，“挑战者”号在除了北冰洋以外的世界各大洋中350多个站位上进行了各种型式的大洋取样和标本采集，收集了海洋生物、海水和海底的大量新资料。调查船上，以J. 默里为首的科学家们，虽然利用的技术和装置相当原始，然而却根据当时的标准绘制出了大洋底的断面图，对深海海洋沉积物进行了分类并搜集了大量的海水样品和生物标本。

这次考察的成果，在1876年之后的20多年间先后共出版了50卷对开本的书。它在科学界引起了强烈的反响并受到公众的极大关注。然而，尽管“挑战者”号考察中开拓的工作对于促进海洋其它科学研究也许并不算太迅速，但是它确立的大洋调查研究的方式类型却开创了海洋学的新纪元。

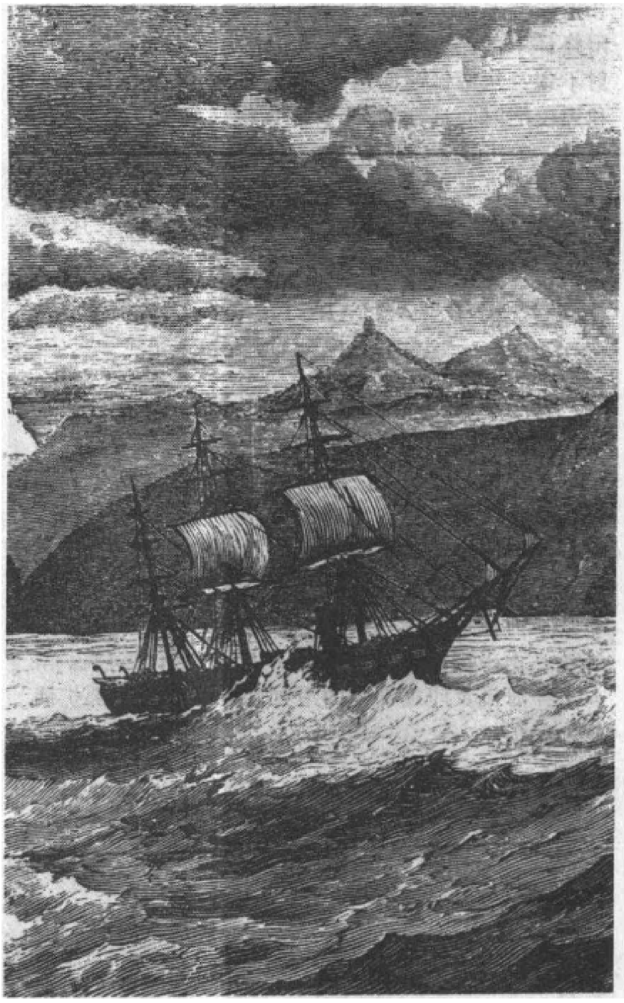


图 “挑战者”号考察—“H. M. S. 挑战者”号1872—1876年的航行成为第一次科学海洋学考察，它奠定了海洋学各专业的基础。图为“挑战者”号刚离开亚南极区的克尔盖伦岛后在印度洋上乘风破浪的航行情况

咸海(ARAL SEA)

见“内陆海”。

威德尔海(WEDDELL SEA)

南大西洋的一个海，从南美越过德雷克海峡后，沿南极洲海岸的凹形大湾。该海的西侧有南极半岛，把威德尔海与别林斯高晋海隔开，南连菲尔希纳陆缘冰(26万平方公里)，东至科茨地，西北有斯科舍海脊，部分地围着威德尔海盆。威德尔海海底由南向北迅速加深，至斯科舍海脊附近，水深达8000

米以上。威德尔深海平原为现在所发现的最大深海平原之一，沿西经20°经线附近的南北宽度为322公里。南极半岛和科茨地一带的陆架，显著地受冰川和冰川碎屑的影响，如同南极大部陆架区域一样，由于末次冰期（11000—8000年前）受冰重量的均衡调节作用，该陆架还遗留着深度低于世界陆架特征值（约183米）的裂痕。

威德尔海是世界上较荒凉的环境之一。表层水温终年在0℃左右。气温变化范围在0—-33℃之间。巨大的菲尔希纳陆缘冰常崩裂出一些平台状的冰山［参见 “冰山”］——有的长达100公里以上——经威德尔海深入南大西洋。威德尔海大部海区终年覆盖着冰。由于盛行偏东风，该海区表层海流呈顺时针方向环流。在风和流共同作用下，使冰都往该海的西边堆积。

威德尔海是以英国皇家海军的一位退伍军人，英国恩德比公司的一位船长，J. 威德尔的名字命名的。1822年，幸好天气非常温和，威德尔终于越过相当于现在威德尔海的海区，向南到达南纬74°15′的远方，因而，创了“最远的南方”的记录。

于16至19世纪期间，象恩德比这样的公司，对世界海洋未知区域的考察起了重要的作用。但是，他们是在对动物资源的保护尚未引起重视的时候起作用的。例如，1820年，俄国人F. G. v. 别林斯高晋考察威德尔海西北部的南设得兰群岛时，他遇到了美国捕海豹船长，名叫N. 帕尔默［因发现了帕尔默半岛（现称南极半岛），他受到了当局的赞扬］。帕尔默把南设得兰群岛盛产海豹的情况告诉了他。那时，这些岛上海豹的总头数估计约为100万头。三年后，兴旺期就过去了，海豹的总头数已减少到惊人的稀少，使他们到该岛去航行一次，已不再有利可图了。

虾（SHRIMP）

数千种甲壳动物的统称，首先是可食用的和有重要经济价值的十足类——十足目（Decapoda）包括数个科、属和种。

一般来说，虾可以具有主要是软甲类群（软甲类群也包括龙虾和蟹）的小型甲壳类的特征，都有一个共同的基本体型。虾的体形是细长的，有胸部（或在头和腹间的段）由八个体节组成，而突然弯曲的腹部通常有七节。前八个体节的每一节都有一对颇长的胸肢，用于不同功能。如进食和捕捉猎物，而在腹部发育良好的附肢（或称腹足）用于游泳，以及有的种类用以携带卵子。

在十足目虾的游泳亚目中，有三个主要类型或派：对虾派（Penaeidea），真虾派（Caridea）和猬虾派（Stenopodidea）；而每一派又由几科和种组成。在一个这样的科中［藻虾科（Hippolytidae）］一个种（*Merguia rhizophorae*）被发现是半陆栖的。这种特殊虾见于巴西的红树林地带，似乎对这种环境具有演化了的行为上的适应性变化。

许多对虾派的虾［对虾科（Penaeidae）］有很大的经济价值。在美国，大型虾渔业位于墨西哥湾的部分沿海。在这里大量的这种虾如褐虾（*Penaeus aztecus*）和其它种（白虾和粉红虾）每年由拖网捕捉。有些虾［如太平洋斑节虾（*P. monodon*）长达30厘米。

大多数对虾类共同的生活史模式是这样：它们在早期进入河口和沿海淡咸水水域，在这些肥育场生活，直到它们即将去产卵。刚好在成熟之前，它们洄游到大洋中去繁殖。在那里雌虾产下卵，并由卵孵化成幼虾。每一个幼虾经历一系列的变化，直到变成一个与成虾相似的幼虾。举例说明这一生活史，粉红对虾（*P. duorarum*）产于南佛罗里达和墨西哥，在德赖托尔托嘎斯周围海域大约36.3米水深处产卵。新孵出的虾经历独特的一系列称做：无节幼虫（*nauplius*），前水蚤幼虫（*Protozoea*），糠虾幼虫（*mysid*）和后期幼虫（*postlarval*）期的生长变化。这样一个生活史几乎需要一个月的时间来完成。在幼年时，虾洄游到佛罗里达大陆约161公里以外的地方，在那里它们栖居于佛罗里达有潮河口埃弗格莱兹国家公园周围的水道、水湾和海湾中。在这里大约要7个月，它们以植物和小型甲壳类动物为食，直到它们长到7.5—10厘米。需近两年的时间，大约在成熟的中途，它们又回到德赖托尔托嘎斯海区。据猜想，在这里它们在产卵后死亡，不管怎样，它们不再回到肥育场。

真虾派由大约22个科和1600个种组成。有代表性的是长5—7.6厘米的普通褐色欧洲种，欧洲褐虾（*Crangon vulgaris*）；鼓虾科，例如厚螯鼓虾（*Alpheus pachychirus*）；和食寄生虫的虾，例如佩氏岩虾（*Periclimenes pedersoni*）。

猬虾派只由一个科组成［猬虾科（Stenopodidae）］，它们都是海产的。有一种俪虾（*Spongicola venusta*）自幼虾时进入某种海绵的水道中，并在该环境中渡过它整个一生。另外一种7.6厘米长的猬虾（*Stenopus hispidus*），从事前面提到的佩氏岩虾所进行的从鱼类皮肤上取走寄生虫的同样作用。

所谓的种子虾（*seed shrimp*）属于海、淡水介形亚纲（Ostracoda）中的四个目。它们从微小的形体到某些大约1.25厘米大小不等。口足目（*Stomatopoda*）或虾蛄科是温海水软甲类（最大型种类的长度接近30.5厘米），而糠虾大多是小的冷水性生物，形成在极海的浮游生物中的大部。

长臂虾科（Palaemonidae）的虾，较闻名的象淡水虾，是由几个属和许多种构成的，它们大多数是海产的。这些海洋类型往往与另一种无脊椎动物的某种形体密切而长期地共同生活，称之谓共栖现象。在其中一方得益而另一方既不受益也不受损（对于在冷水中的海洋生物，一种相当不普通的现象）。几种共栖的隐虾亚科（Pontoniinae）的虾类［如，葫芦贝隐虾（*Anchistus custos*），*Paranchistus brunguiculatus*］见于印

度-太平洋区域的温暖海区，它们与软体动物（例如，蛤、牡蛎等共生[参见 “软体动物”；“牡蛎”]。

各种各样的虾类成为一些国家从世界各海洋中收获的蛋白质的大部。除美国外，其它国家如德国、加拿大、西班牙、巴西、法国、日本和泰国也大量生产这种甲壳类，而丹麦和挪威在斯匹次卑尔根群岛外海和西格陵兰外海海域有深水虾渔业活动。

峡湾(FJORD)

见“河口湾”。

贻贝(MUSSELS)

异柱目(Anisomyaria]，贻贝科(Mytilidae)的某种有双壳的软体动物的名称。

参见 “双壳纲”；“蛤”；“海水养殖”。

哈马黑拉海(HALMAHERA SEA)

总面积约为9.5万平方公里，位于西太平洋哈马黑拉岛与新几内亚之间。东北部濒临太平洋，南部与塞兰海相连。西北部边缘，有卡乌湾，位于哈马黑拉岛的延伸角之间。海底由几个海盆组成，其中较显著的是哈马黑拉海盆。这些海盆被海脊分隔着，并覆盖有陆源泥、火山泥和球房虫软泥[参见“海洋沉积物”]。太平洋水向南流经本海，再向南流入塞兰海。表层海流主要决定于盛行风，夏季，一般向西流，冬季，转向南流。表层水温在26—29℃之间。

威来-威来(WILLY-WILLY)

见“飓风”。

重力波(GRAVITY WAVE)

见“波浪”。

信天翁(ALBATROSS)

见“海洋鸟类”。

饼状冰(PANCAKE ICE)

见“海冰”。

饼海胆(SAND DOLLAR)

属于海胆目(Clypeasteroida)的扁平盘状棘皮动物[参见 “海胆”]的俗名。饼海胆(*Dendraster excentricus*)的身体几乎是圆形的，直径可达7.6厘米。在壳的反口(顶)面上有一个五瓣花的特征花纹。

钙质海绵(CALCAREA)

见“海绵”。

科里奥利效应(CORIOLIS EFFECT)

在地球表面上，自由运动的物体偏离其直线运动的现象。地球被看做是被测量物体的参照系。科氏效应使自由运动的物体，在北半球向右偏，在南半球，则向左偏。这个现象首先是由法国数学家科里奥利于1835年发现的。

认识科里奥利效应的基础是认为地球的形状接近于球形；地球自转一周的时间是24小时；固定在地球表面上的物体完成一周运转的距离和速度是纬度的函数。例如，位于地球赤道的物体，运转速度为1600公里/小时，而位于纬度30°上的物体的速度则为1400公里/小时；而在纬度60°上仅为800公里/小时。因为在高纬度，物体旋转一周的路程比在赤道上小得多。这对说明物体速度的变化率随纬度的增加而增大也是很重要的。因此，科里奥利效应——明显的偏转现象——在接近极地的地方最大，而在赤道附近接近于零。

为了说明科氏效应与作为纬度函数的圆周速度的关系，我们必须给出从北极发射的瞄准赤道非洲西海岸加蓬的火箭的轨道。让我们假设，火箭的飞行速度为1609公里/小时，风速可以忽略不计。火箭飞行时间为6小时左右。在火箭飞行过程中，由于地球绕太阳运行的结果，使地球绕其轴旋转了90°，因而加蓬也就运行了625579公里。结果，观察者看到，火箭不断向右，没有击中加蓬，反而打到了南美西海岸的厄瓜多尔附近。同时还会发现，在飞行路线总的偏转中，高纬度为最大，赤道附近较平缓。

虽然科氏效应也会影响到我们的生活，但是，其影响通常是很小的，因而人们并不去注意它。在步行或车轮滚动时，鞋子和胶轮的摩擦足以阻止我们从我们的轨道中滑滚出去。飞机驾驶员不断地克服科氏力的作用，但由于对侧风的修正量很大，因而使科氏修正就变得不显著了。以前的长距离射击炮手，在学习炮击时，要学习使用科氏修正。地质学家长期以来就认为，科氏效应是产生河床的一边比另一边腐蚀得快的原因（这个现象就是有名的贝尔定律，根据俄国科学家卡尔·冯·贝尔而命名的）。

海洋和大气环流使科氏效应对我们的生活施予极大的影响。如果没有这个作用，大气直接从高压地区流向低压地区，并且很快地平滑了任何不规则性。在赤道附近，科氏作用接近于零，形成众所周知的赤道无风带。在赤道5°以内没有飓风和台风。另一方面，在高纬度，由于科氏效应的影响，高压和低压中心之间的风向与压力梯度成直角。这是旋转的低压和高压空气的强劲和持久的“环”的结果。这就是天气变化的原因。

海洋和大气的情况是一样的。例如，在北大西洋，北部的水是冷的，而且密度大；相反，在南部水是暖的，而密度小。由于压力梯度的作用，南部的水向

北流，代替北部更冷的水，并进而消除了两者之间的差别，而且，科里奥利效应还使向北流的水向右旋转。这个过程并由北大西洋的顺时针的风型协助完成的。风在北半球由西向东吹，在南半球则由东向西吹。结果产生了顺时针的海流模型——时常称为北大西洋环流——构成了墨西哥湾流，北大西洋流、加那利海流和北赤道漂流[参见 "赤道流系"]。由于科氏作用随纬度的增加而加大，湾流就变为向北的强大而快速的海流。另一方面，由于科氏作用在低纬变小，所以，向南运动的加那利海流变得十分缓慢。

科氏效应的另一个明显的结果是对加利福尼亚沿岸的影响。盛行风来自西北，在盛行风和科氏力的共同作用下，表面暖水沿海岸向西南漂流。于是，深层的冷水上升以代替表层的暖水，这样，在夏季，从西北吹来的温暖而潮湿的大陆风受到冷的表层水冷却，形成了著名的加利福尼亚雾。

食物金字塔(FOOD PYRAMID)

见"海洋食物链"。

柔鱼(或枪乌贼)(SQUID)

用于许多种海洋头足类软体动物的名称。[参见 "软体动物"]。柔鱼类具有的特征是一个内壳，十只腕，一个墨囊和色素细胞。它们广泛分布于世界海洋水域中，通常遍布于从沿岸到陆架边缘的大陆架中[参见 "大陆架"]。

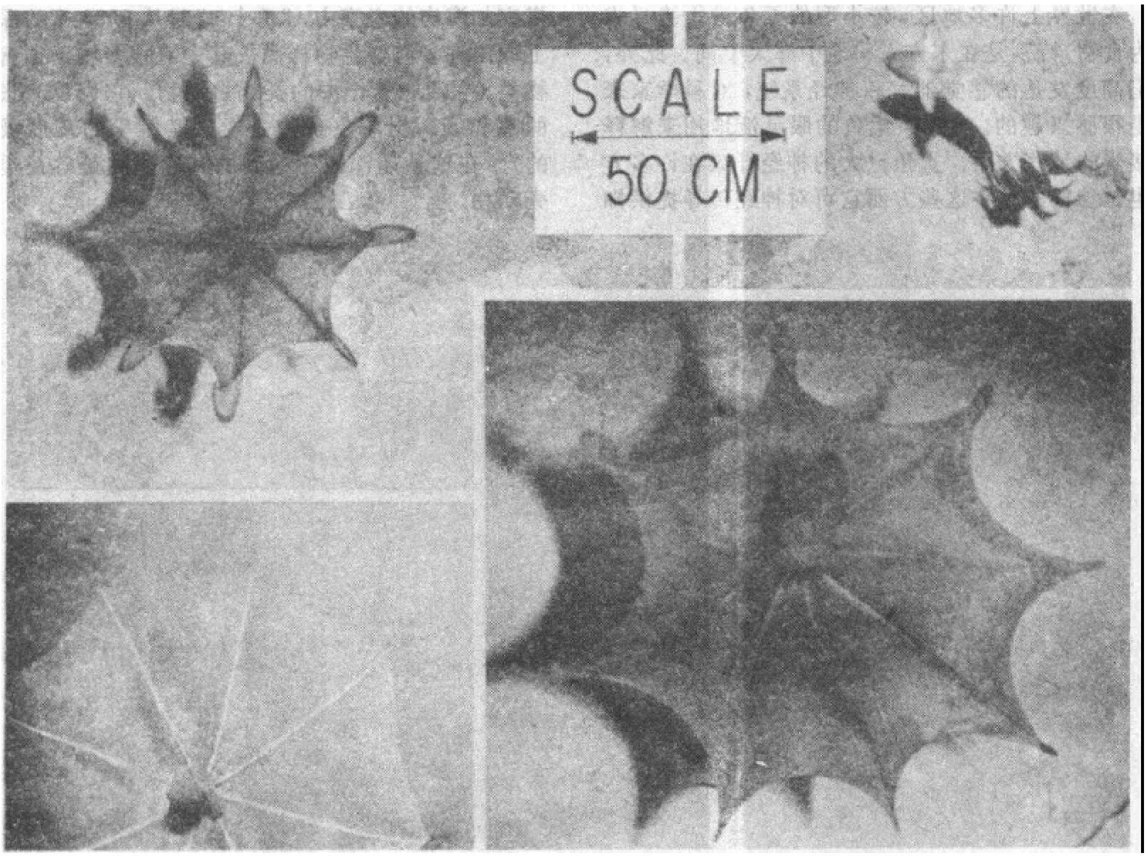


图 飞柔鱼也叫吸血柔鱼，它有8个腕，并用一个蹼把8个腕连在一起。这些动物生活在1000米到2000米深的热带和亚热带海洋中

柔鱼具有一个内壳和十个腕，其中一对(称为触手)长而且在顶端有吸盘，而其它四对(称做臂)大小是触手的一半，并且整个长度上都有吸盘。

乌贼，也是头足类，与柔鱼相似，但其不同在于有一个厚厚的钙化壳或"骨片"，而不是象柔鱼那样的薄"笔"。柔鱼，象章鱼一样装备以墨囊和用作保护色的色素细胞。也象章鱼一样通过化茎腕(交接腕)(hectocotylus)将雄精包(Spermatophore)输送给雌性进行繁殖。受精卵被释放到海底去发育。

大多数较小的种类长度从9.9厘米到20.06厘米不等。皮氏枪乌贼(*Loligo pealii*)可做为典型代表。这是一种在大西洋南方新英格兰常遇到的一种普通乌贼。大量地集中于靠近沿岸的渔场上并在那里产卵。

除了皮氏枪乌贼外，还有乳光枪乌贼(*Loligo opalescens*)，和普通枪乌贼(*Loligo vulgaris*)。乳光枪乌贼是一种太平洋沿岸种类，而普通枪乌贼则是一种

地中海种类。一些其它柔鱼种类（例如，*Loligo abralia*）是发磷光的，在触手上和身体近于眼处，具有产生光的器官。其它的，如热带和温带海洋中的巴氏柔鱼（*Ommastrephes bartrami*）它们游速特别快，以致可以掠过水面。

大王乌贼（*Architeuthis princeps*）是最大的无脊椎动物，它那3米长的身体加上它的触手，总起来几乎可达15.5米，这种乌贼常见于海水表面。这种景象曾引出一些海蛇的神话和传说。而据知这种酸浆乌贼科（Cranchidae）的大王乌贼，肯定存在，人们仅能猜想，在海洋中它们和其敌人抹香鲸之间有力大无比的殊死战斗。

柔鱼捕食小鱼、甲壳类（如，龙虾、蟹和虾）以及其它海洋动物。而它们又为鳍脚类（海豹、海狮和海象）、大型鱼类、鲸和海鸟提供食物[参见 “海象”]。

在世界上许多地区，较小型的柔鱼被大力寻求做为食物，特别是在东方人和地中海人中间。此外，它们高度发达的感觉器官和神经系统，对科学家来说是很感兴趣的。例如，柔鱼的眼灵活地用来解释光接受的某些方面。柔鱼巨大的神经纤维在许多方面也是独特的。在这些方面它可对神经传导提供知识。

“勇士”号调查船（VITYAZ）

俄国于1886—1889年进行海洋学探险时使用的一艘调查船。俄国海军著名的F.G.冯·贝林肖森南大洋航行76年之后，“勇士Ⅱ”号在O.马卡洛夫的率领下开始了为期三年的环球航行。这次航行期间取得了许多海洋学观测成果。其中特别重要的是北太平洋水域的温度和密度测量。

“勇士Ⅱ”号是苏联1948年开始使用的一艘海洋学调查船。该船，长110.7米，排水量5710吨，由苏联科学院海洋研究所管理。它载有船员64名，科学研究人员73名。其续航能力可以达到世界大洋的各个水域。自从1953年以来，这艘苏联调查船一直继续着丹麦“铠甲虾”号船的工作，并且已经进行了深大洋海沟中的综合生物学采样。例如在千岛-堪察加海沟的考察中，“勇士Ⅱ”号从9053米的深度上取出许多海洋生物样品。其中有很多属于须腕动物类（生活在管子中的类蠕虫动物，它们没有张开的嘴和肠，据想象食物是通过其触手的皮肤吸收的）。在这种超深渊中遇到的其它生物是等足类甲壳动物。

10画

海(SEA)

见“大洋”。

海山(SEAMOUNT)

海底的一种孤立隆起物，其横断面为圆形或椭圆形，比它所在的海底至少高出1000米。这个定义对于带尖顶和平顶的海山都是适用的，后者人们也给予它一个专门名词，叫做“平顶海山”。海山的存在最初是在1872年“挑战者”号远洋考察时，用测深的方法证实的。从那时起，人们已经测到了大约1200个海山，据估计，全世界海洋中可能多达2万个海山。

大部分海山，当然不是全部，它们都是海底的火山锥。迄今为止，已经采过样的海山都是由玄武岩组成的，它们的形状与坡度与其他任何地貌都不相象。此外，详细的研究表明，很多海山，正如火山应该有的那样，在其顶部都有环形口。

对于一个典型的海山，其底部的横向宽度可达40公里，高出海底约3000—4500米，侧面向上的坡度角约为20°。海山通常以线状成群排列，或者每10个到100个成簇状分布，而且有些火山锥高出海面变成海岛。当形成火山锥的熔融物质通过海底的线状断裂喷出时，其结果是一个椭圆形而不是圆形的截面，而且，这种海山的长度是其宽度的四倍。夏威夷列岛就属于这种类型。

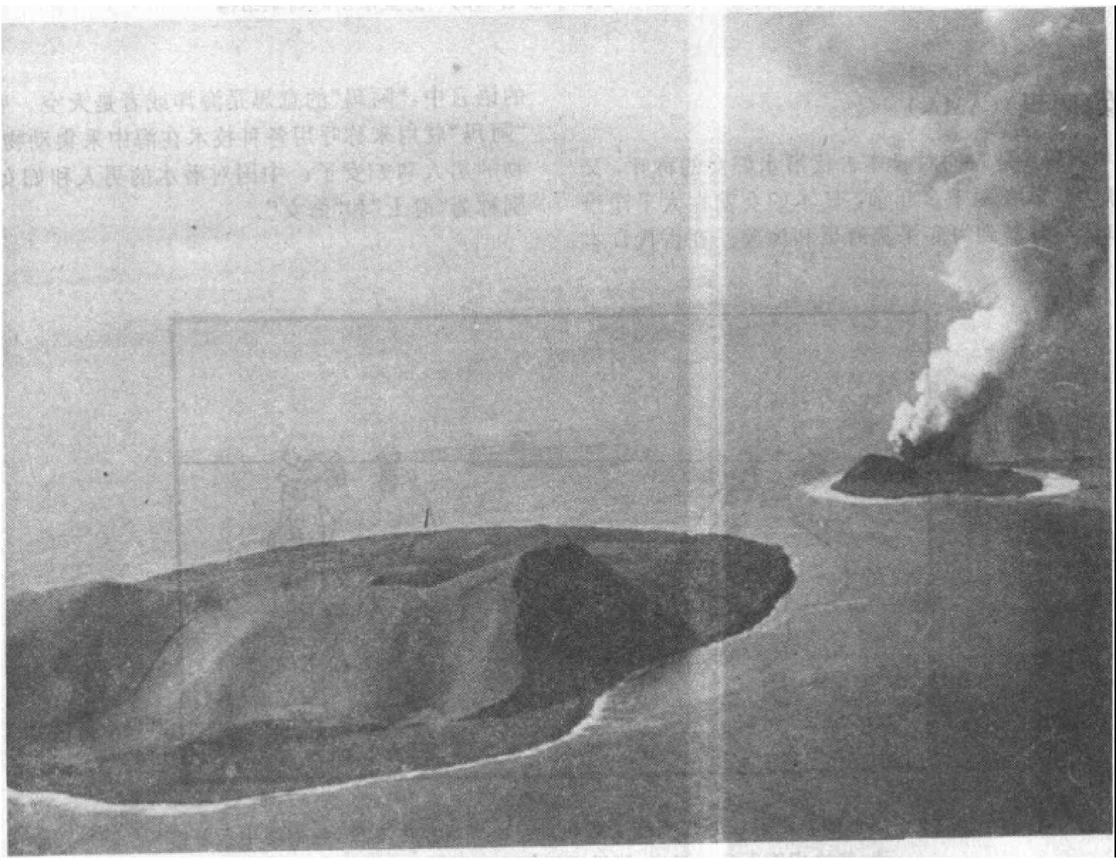


图1　沿中央洋脊的一个海山群中的火山活动，其结果在1963年冰岛海岸外产生了瑟特塞(Surtsey)岛，此岛是按照冰岛的火山神塞特尔的名字命名的

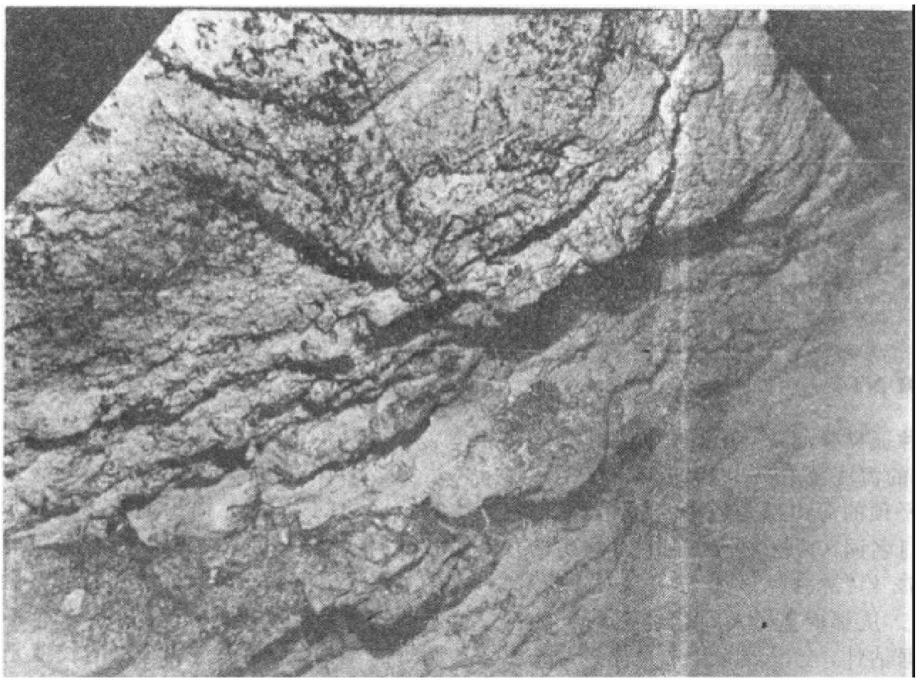


图 2　在约 2200 米的深度，海山陡峻的、多岩石的一侧显示出的崎岖结构

海女(阿玛)(AMA)

“阿玛”是人们对日本古代潜水妇女的称呼，又称海女。早在两千多年前，日本妇女就在太平洋沿岸和日本海潜到海底采集海贝和海藻。在古代日本的语言中，“阿玛”的意思是海洋或者是天空。后来，“阿玛”就用来称呼用各种技术在海中采集动物和植物的男人和妇女了。中国对潜水的男人和妇女，分别称为“海士”和“海女”。

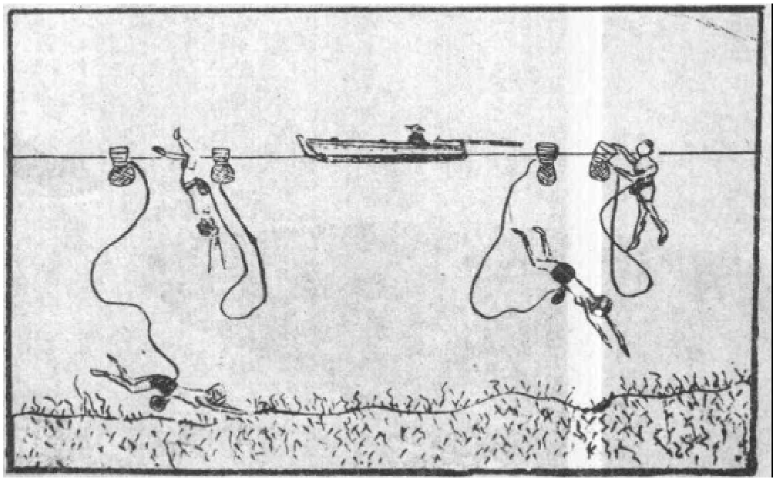


图 1　海女戴着护目镜下降到海底采集贝壳和海藻。在浅海，她们腰中系着铅珠，使她们能下沉到海底，然后不用帮助就能回到海面

近几百年来，这种潜到海底采集贝类和藻类的技能，逐渐落到妇女身上，其部分原因是由于妇女具有在被淹没的冷水中停留较长时间的能力。传统上，阿玛下潜到日本沿岸的太平洋水中，只穿棉布衣服。近年来，湿式潜水服却更受欢迎。下潜到日本海的阿玛，腰间系一条绳子，另一头吊在压舱物上，绳子上挂着导球和使用的工具。工具中有一个装采集物的篮子和一个金属铲，铲子用于从石头缝中铲取海贝。海女下潜的北部边界线相应于空气温度的12℃线。有意思的是，这条线也是种植柑桔和条树

的北部边界线。海女下潜的南部边界线定为水温从5月到10月均保持在20℃以上的地方。在这个温度下，阿玛一般每天可下潜100次，下潜深度为18—23米。这种潜水和采集要求她们能憋气50—60秒钟。朝鲜的海女，一年到头都下潜，但在冬季各月份，每天只潜水50次左右。通常在供应船上或在浅滩上，生有火炉。当海女们冻得很不舒适的时候，可用火炉来暖一暖身体。

阿玛使用的设备和技术既简单又实用。她们为了保护眼睛和能在水下看清东西，都佩戴着护目镜。然而，护目镜在深海，由于受到海水压力的作用，会滑到一边，因而可能划破和损伤眼睛。所以，近百年来，阿玛采用橡皮球或软皮革加到护目镜上，做平衡用，使护目镜不致脱落。阿玛身上系有两条绳子，一条绳子系有铅鱼，保证海女能很快下沉到海底，另一条绳子系有篮子。两条绳子的另一端由海女的父亲、兄弟或丈夫从船上操纵。阿玛随着铅鱼下潜到海底，用金属铲子和小勺采集海贝和海藻。当她们需要呼吸时，就拉动系在腰上的绳子，由船上的人帮助她们很快地升到水面。

根据年龄和下潜深度，阿玛可以分成三类。少年(koisodo)是指15—20岁的年轻姑娘，一般为训练期，每天下潜多于60次。少年海女用一漂浮的瓶子存储她们的采集物，下潜深度仅为2—4米。青年(nakaisoso)是年龄在18—25岁，下潜深度为4—7米。成年(ooisodo)是训练成熟的下潜人员，年岁在20—50岁，下潜深度最大可达25米。在成年海女中的一些妇女可以一直工作到超过50岁。

根据阿玛采集物的种类，阿玛又可分为kusa—阿玛和kai—阿玛。kusa—阿玛采集海洋植物(kusa就是所谓的"草"，或称"植物")，从中提取琼脂。更为一般的植物是tengusa、hirakusa、onikusa、dovakusa、toriashi和ego。kai—阿玛采集的是更为重要的动物(kai是贝类的意思)，其中有awabi、sazae、uni、namako和igai。

阿玛的生活很困苦，她们时常感到日子过得不舒适，因而，年轻姑娘们受到城市和城市工作的吸引，工厂的工作更使她们感兴趣。近年来，很多阿玛拒绝下水工作，但是剩下的人却发现，到这里来观赏她们工作的游览者，给她们的钱比之采集物所获得的钱多得多。

海士(Paumotan Divers)

与土阿莫土群岛采珍珠的海士相比，阿玛实际上并不是太平洋地区最出色的屏气潜水员。肌肉发达、身体结实的海士能够潜到36.5米深处且屏气2分35秒。他们在海面的小船上操作并使用一个辅助装置(系带)来控制小船，以便在他们力气殆尽时爬上来。

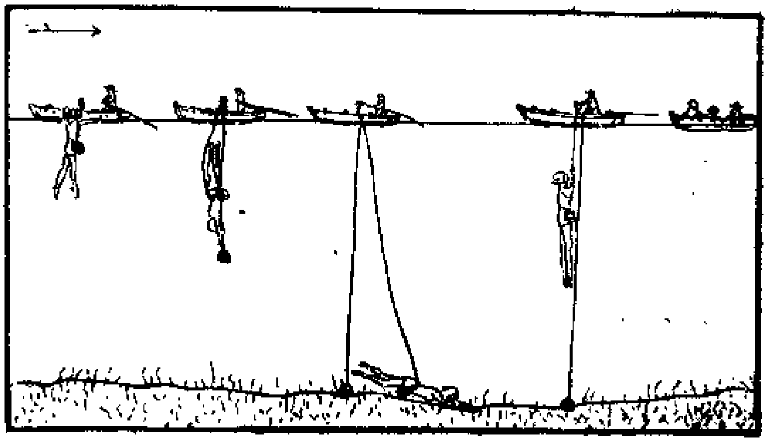


图2　在深海，全家人留在船上，并控制着两根绳子，一根是重锤，另一根系在海女的腰上

此外，海士还使用一个面板和一根重物线，依靠它们能尽快地到达海底。通常，在潜水之前，海士先要进行5—7分钟的换气准备工作，换气之后，海士用脚钩住重物，手抓住重物线，脚先沉入海底。在下降过程中，海士屏住呼吸以保持压力相等，下降过程一般需要30—50秒钟。海士一到海底，便游动寻找海底的珍珠壳，这种动作持续30—50秒钟。至于海士返回海面的时间，一般需要20秒钟。

采珍珠的海士往往会得一种被人称为taravana的职业病。这种病的症状来的非常突然，出现头晕、恶心、烦燥、麻痹，偶而也危及生命。有时，最初的症状为眼前冒金星，随之便麻痹和昏迷，在这种情况下被拉起的海士仍然昏迷不醒，经几小时或几天后，这些症状便消失了。但在少数情况下，有的海士会终生麻痹。许多潜水多年，几次遭受这种病的人，会出现晕头转向的症状，常表现出健忘、笨拙和常犯愚蠢的错误。

海马(SEAHORSE)

刺鱼目(Gasterosteiformes),海龙科(Syngnathidae),海马属(*Hippocampus*)中近50种形状独特的海龙的通称。这种小的(平均20厘米长)通常为浅褐色的动物,长着一个外形与马相似的脑袋和一个管状的吻,一条逐渐变细能卷曲盘缠的尾巴,尾巴上生有一个尾鳍,它有一副硬的外骨骼,各自活动的双眼和一个象袋鼠一样的腹部育儿囊[参见 "鳍"]。

海马见于澳大利亚沿海近岸浅水水域,欧洲、非洲和北美大西洋沿岸以及美洲太平洋沿岸。它们栖息在这些大洋地区的热带和亚热带海域生长着海藻和大叶藻的地方,也有一些种类把它们自己扩张到了温带地区[参见 "藻类"].

赫德森海马(*Hippocampus hudsonius*)是一种典型而普通的海马,它身材短缩;体内包着一些骨环,以加固身体的结构。这种样子古怪的海马游泳时身子直立,头与身体弯成直角。靠它那微小单背鳍的扇子样的运动来前进。它的两个胸鳍也以与背鳍相同的频率摆动,而它的头则用来掌握方向。当它吃食和休息的时候,它那细长的尾巴可以缠绕在海藻上或别的类似的物体上,以便支撑身体。它们以食甲壳类动物(如桡足类)为主,它可以用它的可以独自活动的装在"转台"上的眼睛找到这些食物。

其繁殖方式很不寻常,雌海马把它的卵(有些种类多达600个)产入雄海马的育儿囊中,在育儿囊中经过4—5个星期的孵化以后再生产出来。在生育时,幼海马简直就是它们父母的缩像,它们从雄海马的育儿囊中一次生出来。



图 这种奇特的、以海洋为家的小海马,利用其在鱼类中独特的会盘缠的尾巴牢牢握持住一枝珊瑚

海牛(SEA COWS)

海牛目(Sirenia)中两科[海牛科(Trichechidae)和儒艮科(Dugongidae)]食草、水生哺乳动物中四个种类的统称。

海牛目动物栖居于热带沿海水域、河口湾、一些上升河流以及一些人工运河中。在这些地区它们主要以水下的植物为食。海牛和儒艮的身体肥硕,几乎没毛,与鲸的身体有些相象,但它们之间没有什么亲缘关系。海牛目动物是由陆生食草动物进化而来的,现存的动物中与之血缘最近的是象。

海牛目动物的前肢表现为两个扁平的鳍肢,后肢已经退化,它的尾片是水平的,而不象鱼尾那样垂直着。它没有外耳,古怪的脑袋上生着宽大的吻,一对盖着膜的小眼睛,和巨大的橡皮似的唇,唇缘上生着短而硬的须。在繁殖中,母兽每次产仔一只,怀孕期是一年。

儒艮以不同的数量见于红海,印度洋,非洲东海岸,东印度,南亚和澳大利亚的沿海水域。所有这些都被认为是同一个种的儒艮(*Dugong dugon*)——一种体长达3—3.6米,体重680公斤的儒艮。它们比海牛具有更多的海洋习性。而且,不同于海牛,雄性儒艮还生有由上门齿发展来的两颗长达25厘米的长牙。儒艮是食草动物,它们在夜间出来寻找水生植物。虽然儒艮一般是独栖的,但据报道也有数百头群集。

见于加勒比海,佛罗里达沿海水域,特别是墨西哥湾的暗蓝灰色的一吨重的海牛是 *Trichechus manatus* 这一种,或称做佛罗里达海牛。那些见于委内瑞拉到巴西北部沿海的海牛称做亚马孙海牛(*T. inunguis*)。在骨骼上与其它种类有些差别的西非海牛被称作塞内加尔海牛(*T. Senegalensis*)。它们都与儒艮不同,因为它们身上散布着稀疏的毛发,没有门齿,而且其流线型的外貌还不能完全适合水生生活。儒艮和海牛主要都是在夜间活动,而且一般都是独栖的。它们每天可以独自消耗27—45公斤的植物,它们潜入水中把这些食物吃掉。

据认为,最初起源于古希腊和罗马海员的美人鱼的神话便是由海牛目动物引起的。从外表上看,儒艮直立在水里用一个鳍肢抱着幼兽哺乳时的形象,很象一个妇女。基于此,人们便相信了这个神话。

富含蛋白的海牛目动物肉常以它的鲜美和细嫩为人们所称道。另外,它们的皮肤可以制成坚韧的皮革,脂肪可以炼油,肋骨可以用做象牙的代用品。由于这些特点,再加上这些动物行动迟缓,没有戒备,所以在它们遭到广泛的捕猎之后,数量已大大地减少了。

这种受到威胁的动物大量吞食水草的习性,对于控制水生植物(例如在热带地区能阻塞运河和灌溉系统的凤眼兰)和生长起到了良好的作用。这一点非常重要,因为这类水草的蔓延助长了水疾病,妨碍在水稻田内进行稻米耕作,致使灌溉工程报废无用。

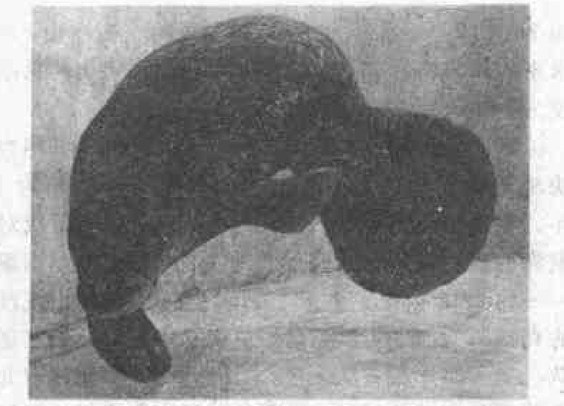


图 海牛是一种活动迟缓的动物，每天可以消耗25到50公斤水生植物

海牛(MANATEES)

见"海牛"。

海冰(SEA ICE)

海水经过逐渐冻结而形成的冰。北冰洋和南大洋，大部都被冰所封冻，而在拉布拉多海、白令海、鄂霍次克海、日本海和黄海等北方海域，只于冬季才有局部区域结冰[参见 "鄂霍次克海"]。在北极和南极地区形成的大冰山都是陆冰，是由冰川冰和陆架冰[参见 "罗斯冰架"]流入大洋后，崩裂而成的漂浮冰。于结冰的高峰季节，海冰虽然覆盖着相当大的面积，但与格陵兰及南极的冰相比却是微不足道的。然而，因为海冰能反射太阳辐射，减少海水与大气之间的热量交换，对全球的天气却有显著的影响。

纯水的密度，随着温度的下降而增大，到4℃时密度达最大。当表层水温迅速地降到冰点温度(0℃)时，冰就形成。

至于海水则情况略有所不同。当在纯水里加盐以后，最大密度的温度和冰点的温度都呈线性下降，直到盐度为24.7×10^{-3}，温度为-1.33℃时，两者重合(盐度为35×10^{-3}的典型海水，冰点温度为-1.9℃)。冰点继续按线性下降，使得盐度大于24.7×10^{-3}的海水，在未达到最大密度的温度时，就达到冰点了。要使表层海水开始结冰，水深必须很浅(沿岸)，或者次表层水必须是盐度很高的暖水，才能阻止表层水子未结冰前就下沉。后一条件，在北冰洋是可以给予满足的，那里，约在20米深层，盐度急剧增高。

表层海冰是从微小冰晶的形成开始的。在南极的近岸水域，最初形成冰时，依靠从陆上往下吹的风所带来的漂雪[参见 "南大洋"]，以此作为结晶核，冰晶体一经形成，就发展成针状体。由于海面微小冰晶的反光作用，使海面呈铅灰色。再继续结冰时，就先形成粥状的雪冰，尔后，逐渐凝成一薄层冰。此时，冰易随海面而运动。但是，如薄层加厚，就易于破碎，成为一块块50—100厘米宽的冰块。这些冰块经过不断地相互碰撞之后，就磨圆而成为饼状冰。再继续结冰，这些饼状冰就凝结成大块的浮冰。

当形成冰晶时，由于盐分是外来的离子和原子，显然，不能被容纳在紧密的冰晶格内，就被排斥出来。如果海冰在稳定条件下，冻结得非常缓慢时，就会结成无盐的冰。但是，结冰的过程，往往进行得很快，有的盐分就机械地被夹在冰晶体之间。快速结成的新冰，其盐度约为20×10^{-3}，但大块较陈久的冰，盐度仅4×10^{-3}。这种海冰盐度随时间而减少的现象，是由于冰内的盐囊受重力的作用而不断下移的缘故；此外，还有夏季融化的雪水(在冰表层)向下渗透，也起冲刷作用。在大冰块上一潭一潭的融冰水都很淡，可用作饮用水。

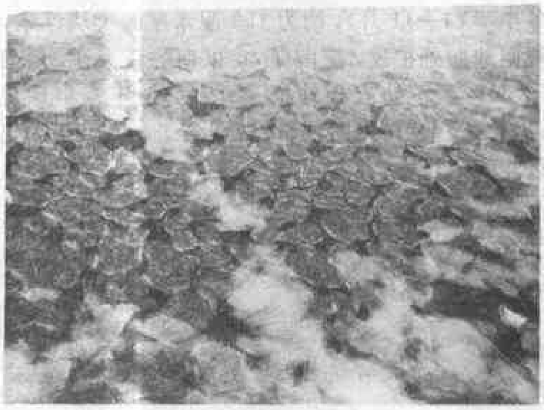


图1 这些小块饼状冰逐渐冻结在一起，成为一大片冰

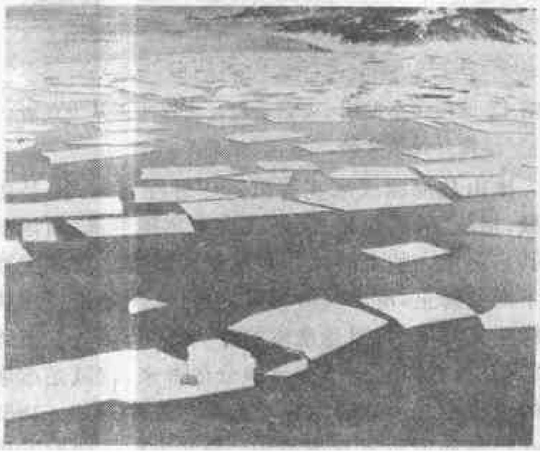


图2 南极麦克默多海峡的浮冰。从冰上独立小棚(见本图底部)里钻几个小冰洞，就可进行生物学的研究

在北冰洋的中部，长期覆盖着大冰块。只有边缘海区的夏季，表层冰才部分或全部被融化；而永久性的浮冰群，夏季，只能被融化一点点。拿平均厚度约为2米的冰来说[1年以上的老冰，可增到4.5米厚，冰脊的厚度可达24米，甚至可见到46米厚的冰]，表层只融掉30—40厘米，水下冰块的底部被水

加温后可融掉 10—20 厘米。只有环绕南极的边缘

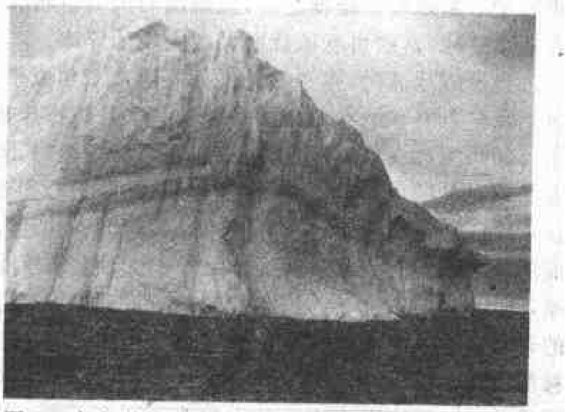


图 3　南大洋的一座冰山赫然耸现在眼前。拍自附近海面

海区和威德尔海，才存在着南大洋多年性海冰。但于冬半年(4—11 月)，约为 150 厘米厚的大块浮冰，不规则地向外扩展，把南纬 40°以南的南大洋，覆盖住了 30%。不妨有趣地提示一下，每年南半球夏天，融化这些冰所需的能量，约相当于 1.6 万个 1 亿吨级炸弹的当量。



图 4　北极考察期间，考察船绕过大浮冰群从发现者港开往德文岛。

冰山是海冰或冰在海里的一种特有形式，是由南极、格陵兰、阿拉斯加、斯匹次卑尔根群岛、新地岛及其它两极大陆上的冰川和冰架形成的。这些大冰块下滑到海里，滑出浅海海底，直到水深足以使冰块外缘浮离海底时，因受涨潮的浮力作用，冰块被破碎成若干块，并离开母体大冰块分散开来，这就是冰崩解的过程。北半球的冰山一般小于南半球的。1882 年在巴芬岛附近发现的冰山，是北半球迄今所发现的最大冰山，其大小为 11×5.6 平方公里，北半球的大多数冰山都要比此小得多。而南半球的冰山却真是庞然大物。它是由大冰架，如罗斯冰架和菲尔希纳冰架形成的。罗斯冰架从陆地外伸 805 公里，其前锋为 644 公里宽，冰层的厚度为 305 米，浮出海面的部分如同冰崖，高达 46 米。据报告，南半球的最大冰山位于斯科特岛以西 241 公里处，其大小为 95×355 平方公里，约相当于美国康涅狄格州的两倍大。该冰山高出海面约 30 米。因为这是浮在盐度为 35×10^{-3}，水温为 -1℃ 海水里的一座冰山，在水下的体积将占 87.5%。因而，这座大冰山的总厚度为 244 米。

当冰山漂离原地后，常遇到较暖的海水，并相当快地被融化掉。但南半球冰山的平均年龄约为 4 年。在风和流的影响下，冰山常漂进航道里，造成对航海的威胁。冰山漂离发源地，最北可达非洲南端——约 3218 公里。由于“泰坦尼克”号被冰山沉没的直接影响，1913 年根据协议成立了国际冰情巡逻队。美国海岸警备队于整个冰山季节，都监视着北大西洋受影响的区域，向所有需要冰山情报的船只报告冰山的位置。自从船上应用雷达以来，这种危险已大为减少。

海伞(UMBELLULA)

一种原始的深海、刺胞门 (Cnidaria)，珊瑚虫纲 (Anthozoa)，海鸡冠亚纲 (Alcyonaria)，海鳃目 (Pennatulacea)的多细胞动物。

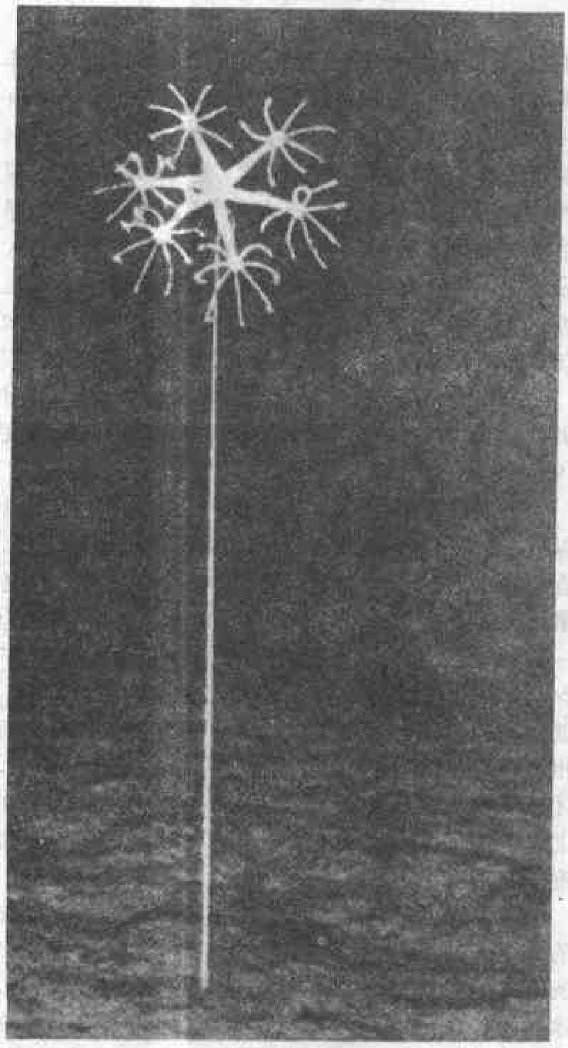


图　海伞。1870 年，英国“挑战者”号在返航途中，在深海底上，船上的科学家首先观察到这一原始的多细胞动物

这种奇特的、带有红色触手的动物，带着它那细长的柄，固着在深海底上，它与水螅，海葵和活的珊瑚有些相似。自1870年以来就已知其存在，当时科学家在英国海洋调查船“挑战者”号上第一次发现了它们[参见 “挑战者号考察”]。

海鸟(SEA BIRDS)

见“海洋鸟类”。

海况(SEA STATE)

海面波浪状况的一种数字描述。海况更为精确的定义是波浪场中所观测到的最大三分之一波高的平均高度[参见 “波浪”]。若用数码表示，则随着波高的增加，数码加大，并规定如下表：

海况级	波高(英尺)[1]	海况级	波高(英尺)
0	0	5	8—13
1	$0-\frac{1}{3}$	6	13—20
2	$\frac{1}{3}-1\frac{2}{3}$	7	20—30
3	$1\frac{2}{3}-4$	8	30—45
4	4—8	9	>45

海况描述

海况	描述
海况1级	微浪，连纹，没有浪花，风：轻风，1—4节，蒲福风级1，无感觉
海况2级	轻浪，微波，没有浪花，风：轻风—微风，4—10节，蒲福风级2—3，有感觉，轻旗微动
海况3级	中浪，小波，波峰开始破碎，风：微风—和风，7—15节，蒲福风级3—4级，轻旗展开
海况4级	大浪，中波，很多白浪，有些浪花，和风—强风，14—27节，蒲福风级4—6级，风呼啸
海况5级	巨浪，大浪涌起带有浪花和泡沫，风：强风，27—40节，蒲福风级，6—8级，步行阻力很大
海况6级	狂浪，海面翻卷，泡沫飞溅，很多碎波，风：烈风，40—48节，蒲福风级9级
海况7级	狂涛：巨浪，海面出现白色泡沫飞溅，碎浪极多，能见度降低，风：狂风，48—55节，蒲福风级10级
海况8级	怒涛：极高的卷翻浪花的大波，海面被白沫覆盖，能见度很差，风：暴风，55—65节，蒲福风级11级

1)英尺=0.3048米。——译者注

注：海况和风速之间的对应关系变化很大，与风时、风区有关。对于风速不能充分发展的海，相差就更大。

风吹过海面产生的并不是单一的波列，即不是波长、波高和频率相同的波，而是各种各样的波。产生波浪的地区，波列相互迭加。而在产生波浪以外的地区，仅有一个方向上运动的波的迭加。结果，在两种情况下，海面好象是随机运动，因为其中没有两个连续波具有同一波高。在这种情况下，海况是以一种比较简单的方法描述很复杂的状态。

风速和海况之间是由蒲福风级相连系的。

海龟(SEA TURTLES)

见“龟”。

海沟(TRENCHES)

海底最壮观的地貌特征之一，它平行于某些大陆边缘和列岛的狭长凹陷地带。海沟被认为是海洋板块和大陆板块相互作用的地区[参见 “大陆漂移”]。密度较大的海洋板块以30°左右的角度插到大陆板块之下，两个板块之间互相摩擦，在板块相互作用区形成了一个长长的V字形凹陷带。例如，沿马里亚纳群岛东部边缘，呈南北走向弧形延伸的马里亚纳海沟的最大深度为11033米，长度为2550公里，宽度为70公里。这种海沟以“火环”(由于与地震和火山活动有联系)的形式环绕着太平洋。在大西洋和印度洋也有海沟存在。但是，在北冰洋还没有发现存在着这种海沟。

正如地形图上画的那样，海沟给人的印象是沟壁陡直，这与图的比例有关。实际上大部分海沟上部的坡度约为6°，在深处，坡度变为140°左右，偶然也会遇到45°那么大的坡度。海沟的底部通常是平坦的，这是由于混浊流把沉积物填入沟底的结果[参见 “混浊流”]。

可以理解，地壳的一部分逐渐潜入到另一部分下面去的过程不是平滑的进行的。已经证实，海洋板块插入到陆地板块下面的那个面(30°)正是浅源地震和深源地震发生的地方。在有岛弧或列岛的情况下，板块的相互作用通过一种特征性的表面构造表现得更清楚了。这种构造包括一个内部的火山岛和一个外部强烈变形的沉积物带。这两个带被一个宽为50公里到100公里的海槽隔开。海沟在外带的外面，朝海一方，它离外带的距离差不多与两个带的间距一样。内部那个火山带大致上位于下插板块被地球内部日益增高的温度已经熔融的地区的上面。是否这个熔融板块通过火山活动喷到了地面上，这还是一种推测。外带只不过是地表向上隆起以便抵消海洋板块的下潜。这种构造称作为岛弧或列岛，它在太平洋中是很普遍的(例如爪哇岛弧)。在大陆上这种火山带表现为平行于海岸的山脉，例如在南美，安第斯山脉就平行于西海岸的秘鲁一智利海沟。

海黾(HALOBATES)

海黾属中仅知的并在世界大洋中发现的种类，这些珍奇的昆虫在海洋和泻湖中已发现39种。

海黾(*Halbates*)(该词来自希腊语 *hal* 和 *bates*，*hal* 的意思是"盐"，*bates* 的意思是"步行者")这类昆虫尽管直至本世纪六十年代和七十年代还未被广泛地研究。但是，早在上世纪初就已经为海洋生物学家和海洋学家所知道。通常，它们被发现于热带和亚热带水域，在开阔的大西洋和太平洋中，它们的分布范围从北纬40°伸展到南纬40°，但是在印度洋的分布则较为局限。在这些分布区中已发现了5个种：*Halobates micaus*，*H. sericens*，*H. germanus*、*H. splendens* 和 *H. sobrinus*。这5种在太平洋都有分布，在印度洋仅发现了前二种，而在大西洋只有 *H. micans*。由于它们只能生活在气一海界面上，且不能飞行，所以它们的分布与诸如盐度、温度，海流等海洋表面的性质有关。当昆虫成熟时，呈暗灰色或黑色，体长约25毫米，腿长约38毫米，卵产在海中任何一块漂浮物或废弃物上。

这些活跃而敏捷的昆虫具有一个体毛的防水盖层，在波浪或浪花浸湿时保证氧的供应，能在海面上以相当快的速度(约1—2海里/小时)"滑行"，并且在某些分布区内大量集群。

主要食浮游植物，海鸟是海黾的主要捕食者，它们的生物学和在海洋食物网中的作用还不太清楚。

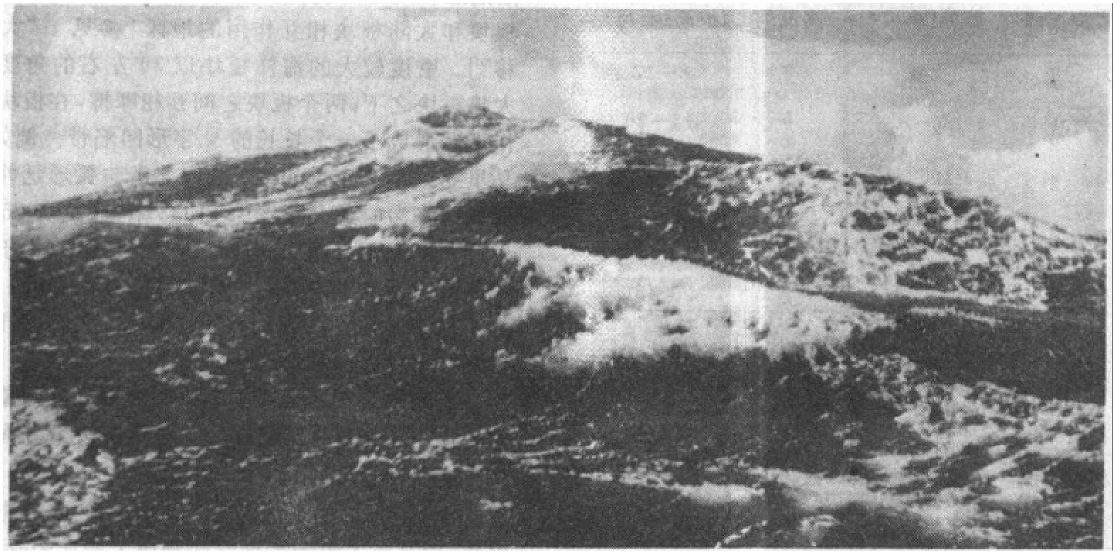


图　波浪驱动的海面

海参(SEA CUCUMBERS)

一般用于组成海参纲(Holothuroidea)的棘皮动物(echinoderms)的名称，在英文中有时候它们也被称作 sea slugs (bechede－mer)或者 trepangs。一个可食的海参(*Holothuria edulis*)被中国人珍视为美味佳肴。在生理上，这些动物很象一个中空的管子，每端各有一个开口，一个嘴，一个肛门。

参见"棘皮动物"。

海草(SEAGRASS)

包括适于海洋环境的水生被子植物(显花植物)的12个属。海草广泛分布于全世界，特别是沿海的浅水海域(浅海地带)。

海草床环境的价值越来越为人们所了解，它是沿海生态系的一个主要组成部分。丰饶的海草床为种类繁多的生物体提供了必要的栖息场所，补充了河口湾处的碎屑食物链，并起到巩固基层的作用。在这一点上，海草固着根部往往与海底沉积物聚合在一起，保护沉积的微生物群体和维持住沉积物与水的界面。海草的叶子减低了水流速度，又使植物的周围增加了有机物和无机物的沉积。

海草中最有代表性的是大叶藻(*Zostera marina*)，它的增长率很高，大量的海洋生物体生活在它的草丛中。别的例子还有泰莱藻(*Thalassia testudinum*)，浅滩藻属(*Halodule* spp.)，粉丝欧石南(*Syringodium filiforme*)和海滨芰藻(*Ruppia maritima*)。

海峡(STRAIT)

见"大洋"。

海狮(SEA LIONS)

属于海狮科(Otariidae)的鳍脚类动物。它们不象它们的亲属海狗那样身上生有珍贵的软毛。海狮十分驯顺，它们可以很容易地被训练去做复杂的工作[参见"海豹"]。

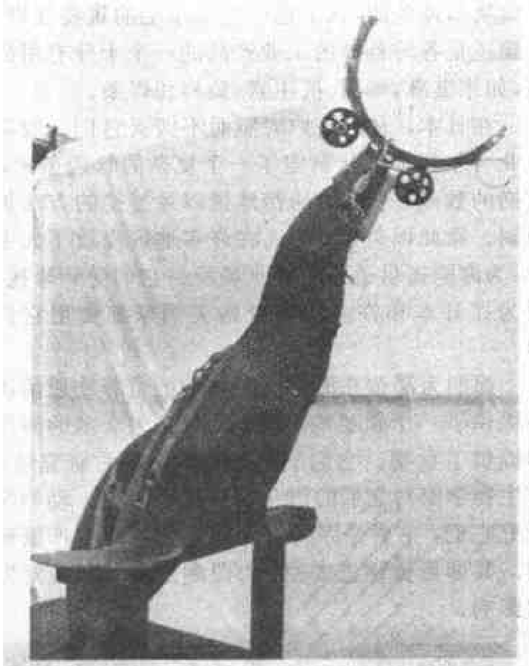


图1 一头海狮用卡爪装置摆正位置，它被教会去按一个水下目标，如在试验期间从一艘海军舰艇上发射一枚反潜火箭。当按动目标时，这种装置围护着目标并卡扣在它上面



图2 一头幼海狮凑得很近，足使鼻子蹭到照相机了

海星(SEA STARS)

海星纲(Asteroidea)和海蛇尾纲(Ophiuroidea)的各种海洋动物的通称。二者都属于棘皮动物门(Echinodermata)[参见 “分类学”，“棘皮动物”]。海星是样子独特的星状海底动物，它们在各类海洋动物中数量最多，历史最古老，可以追溯至五亿年前(5×10^8)。

淡水中没有海星，它们栖居于世界大洋中的几乎各种已知的地理区域，从海滨到大洋中深海沟的底部都可以见到它们的踪迹，有的地方数量很多。在这些地区，海星取食软体动物，海葵，幼鱼和珊瑚[参见 “软体动物”]。

从结构上讲，海星和海蛇尾有些相似。都有手指状的生满刺的臂(五个以上)，从一个中心盘上向各方伸展出来，动物的嘴就位于这个中心盘上。海蛇尾的臂是平滑的，较为细长，而且与盘的界限也比海星的更为明显。这两种动物的臂端上都生有管足，但臂的行动方式是不同的。海星的臂比较僵硬，每个臂的下面有一条沟(步带沟)，沟内生有数排中空的，柔软灵活的，象触须一样的管子，称作管足。这些管足可以从沟内伸展出来。管足往往配有吸盘，靠这套器官，它们用一种步行的姿态在海底从一处挪向另一处，管足也可以用于捕捉活食。海蛇尾有1900多种，它们行动的时候，是把它们纤柔的臂从一边移向另一边。海蛇尾的臂要比海星的长，轮廓也明显得多，而且，它们也用这些臂将食物收集到管足上面。海蛇尾一旦被抓住或拿出水面，就会成为碎块，它们的英文名字“brittle star”(易碎的星)即来源于此。

1969年，热带棘冠——一种紫红色的长棘海星(*Acanthaster planci*)对一些太平洋最有名的珊瑚礁的生存产生了威胁[参见 “珊瑚礁”]。当时，这种大海星(直径近45厘米)的数量突然不可思议地激增起来，吃掉了大量的活珊瑚，这种情况在关岛和澳大利亚的大堡礁附近的地区尤甚。这种非同寻常的激增在许多地方就如它的突然发生一样又突然停止。现在还不清楚，这种破坏是由于人为的海洋污染改变了这种动物生活环境的化学成分，还是由于这种海星的天敌迁移走了的缘故。

海胆(SEA URCHIN)

海胆纲(Echinoidea)海洋棘皮动物的名称。这种动物柔软的内部组织包藏在一个防护壳(甲壳)里，这个防护壳由表皮和表皮底下一些紧贴在一起的甲片组成，表皮的表面上覆盖着一层竖直的针，这些针在棘皮动物中是很有代表性的。

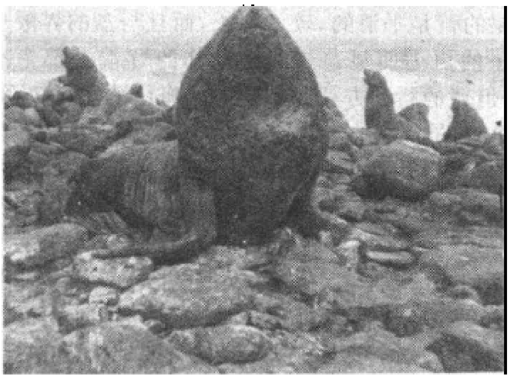
海胆属于包括海星，海参，海百合，和海羊齿在内的棘皮动物门，这些动物见于世界各大洋从浅到深的各个地方。海胆是生活在浅水水域的最常见的动物，既食动物，也食植物。现存的海胆有850种。它们的大小从0.064厘米到30多厘米的都有。但是，称作甲壳的球形骨架的平均直径为5—7.6厘米。

它的嘴在壳的底面上，五颗白色的牙齿从这嘴里突出来。这些牙齿都生在一套由五个颌所形成的环上，这些颌和牙聚集在一起组成了所谓的“亚里士多德灯”，因为它跟古代的油灯很相象，而且，这个海胆咀嚼器的结构又是首先由亚里士多德描述的。

一些具有代表性的种类是：

• 刺冠海胆，或称黑海胆(*Diadema setosum*)。它们遍布于印度洋及北到日本，东至夏威夷的西太平

洋地区。



•喇叭毒棘海胆(*Toxopneustes pileolus*)。见于从东非到美拉尼西亚和日本的印度一太平洋水域。

•美丽毒棘海胆(*Toxopneustes elegans*)。栖居于日本水域。

•饭岛囊海胆(*Asthenosoma ijimai*)。栖居于日本及南到马鲁古(摩鹿加)海地区。

这些海胆的大多数种类都有中空而易碎的棘(radioles)覆盖在它们身体的表面上。这些有节的器官有一个细小的气孔结构(直径大约15—20微米)。由于这种多孔的特性,南太平洋的一些海胆的棘一直被作为模型用来研究制造人体内动脉和静脉的替代物。有些种类,如饼海胆(*Dendraster excentricus*)棘很小或者根本就没有。棘的形式随种类的不同而不同。如果海胆的棘只被去掉了一半,它仍可以再生出新的来。

象海星一样,海胆也有管足和小的攫取器官(叉棘)。这些动物被口器周围的嗅觉感受器和管足引向固定不动的有机物质。这些管足的作用就象吸杯,是用来移动和吸附于基层的。叉棘的作用是取得海藻并把它盖在壳上,把自己伪装起来,叉棘也用来清扫海胆壳,同时也用作一种防护武器,因为在有些种类中,这些器官配备有毒腺[参见 "海藻"]。那些具有长棘的种类,它们的棘是用来行动的。

海胆的繁殖一般是把卵子和精子射入水中,然后化为浮游的幼虫,这种幼虫被称作海胆幼虫(echinopluteus)。海胆的寿命估计为6年左右。

有些地区(如南加利福尼亚沿岸外海水域)的海胆[如成群迁移的白海胆(*Lytechinus anamesus*)]被认为是有害动物。这些年来,为了消灭它们,人们采取了多种措施,这样做的目的,主要是因为海胆能直接危害海藻和未成熟的巨藻,并对鱼类和无脊椎动物产生间接地有害的影响。海胆以海藻和未成熟的巨藻为食,有时候甚至会去吃那些把巨藻固定在海底的附着器,致使成熟的巨藻也遭到毁坏。

巨藻和别的海藻为许多无脊椎动物和鱼类提供了食物和掩蔽所,除了这一生态学上的重要性以外,巨藻还是各种各样的工业产品的一个十分有用的配料,如冰淇淋,啤酒,抗生素,染料和焊条。

在日本,人们保护海胆而不毁灭它们。政府和渔业合作团体强行制定了一个复杂的管理条例,对捕捞的数量,开放的捕捞地区以及捕捞的方法加以限制。除此以外,人们还在许多地区投放了人工礁石,为海胆提供适当的栖息场所。它们受到珍视,是因为在日本和许多欧洲及南美国家都食用它们的卵。

海胆为滞留在海洋沉积物中的营养物质的再循环提供了一个重要的环节,同时又为众多的海洋生物提供了食物。它们一直是许多学科的研究对象,古生物学家对它们的进化过程很感兴趣。动物学家研究它们,主要是因为海胆能够大量地生产繁殖细胞。其卵已被送进太空,力图测定那种环境对发育的影响。

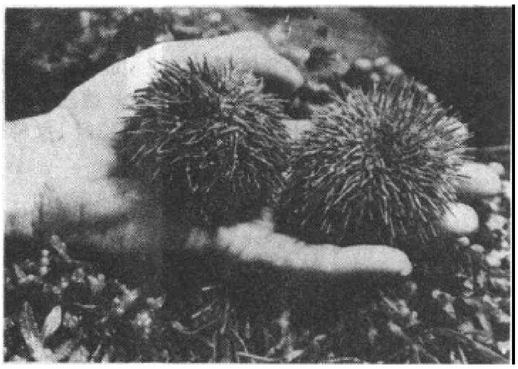


图 由紧密配合的板块形成的一个多棘的外壳保护着海胆内部的软器官

海盆(BASIN)

一个大的且多少呈圆形或椭圆形的海底洼地。海盆这个词也常用来描述世界海洋中所包含的整个洼地。较小的海盆有马达加斯加以南的**纳塔尔海盆**和澳大利亚西北海岸外的**华尔敦**(Wharton)**海盆**。

海流(CURRENT)

大洋水的有规则的运动。大洋水的运动或者是具有环流的性质,或者更普遍地是按确定路线连续流动。

海流可分为三种:(1)由于海水密度不同而产生的**梯度流**;(2)风吹过海面由于风的"拉力"而生的风生海流;(3)由于长波运动产生的海流,其中包括**潮流**[参见 "潮汐"]和内波、假潮及海啸产生的海流[参见 "假潮";"海啸"]。

最显著、最重要的海流是表层流,它围绕赤道两侧的海盆流动。海流沿赤道地区舒展而缓慢地流动时,吸收太阳的热量,然后再转向极地,在高纬度地

区释放出其储存的热量。这样，在东太平洋的美国沿岸各地，如阿拉斯加、华盛顿州、俄勒冈州和东大西洋英格兰沿岸地区比其他一般条件下的同样纬度的地区，气候更为温和。

这些"洋中河流"的典型流动，在赤道以北为顺时针环流，在南半球为逆时针环流。产生和维持海流以及控制其方向的力，海洋学家们已经清楚了。首先，大陆块的分布形成了主要海盆各面上的障壁（大西洋、太平洋、印度洋）[参见 "海盆"]。如果没有大陆的存在且地球被海水均匀覆盖，那么，海流的模型是非常简单的。在盛行风的作用下，海流将环绕地球在信风带（在赤道两侧）和极地附近，由东向西流动；在中纬度，则受盛行西风带的影响，自西向东流。南极绕极流至少部分地证明它是中纬度受盛行西风带作用的海流，因为在南美、南非的顶端和南极大陆沿岸不存在大陆的路障，所以，它围绕南极自西向东流动。

大陆屏障对海流有一定的影响。除此而外，风、密度差、摩擦力和科氏力则是产生海流，保持其运行和决定其方向的其他的因素。北大西洋有一个极好的例子，说明这些因素是如何共同产生一个环流的。在赤道北部的信风带，风从东向西吹，产生宽而运动缓慢的、众所周知的北赤道流[参见 "赤道流系"]。当北赤道流穿过大西洋时，它的水体在赤道吸收了太阳的热量。当水到达美国沿岸附近时，由于温度升高而密度降低，则使其海平面稍高于向北的高密度冷水的海平面，海平面差产生的微小倾斜使北赤道流的暖水向北流，一旦碰到了海盆的美洲边缘，就使海流转向。

当北赤道流的暖水向北流过加勒比海、墨西哥湾，再通过佛罗里达海峡流出，形成强大的墨西哥湾流，并在科里奥利力的加速作用下，流速增大。科里奥利力是由于地球自转产生的偏转力，它在赤道上为零，随纬度的增高而加大，在极地达到最大值。这样，北向流由于科氏力作用而不断加速。除此而外，科氏力作用于在地球表面上运动着的任何物体，在北半球，使其运动的路线向右偏移，在南半球则向左偏移。结果，使得墨西哥湾流向高纬度流动时，不断地向右偏移，一直到进入西风带盛行的区域，盛行西风驱动海水向相反方向穿过大西洋而形成北大西洋海流。

北大西洋海盆的欧洲边缘和科氏力共同作用，使海流向南沿欧洲和北非沿岸成为加那利海流。但是，由于科氏力的作用减小，海流逐渐减慢、加宽，成为缓慢的漂流，并一直保持从赤道获得的一定的热量。在佛得岛角附近，加那利海流，由于信风的作用西去成为北赤道流，从而完成了北大西洋环流。

在海盆的西部边缘，存在着强大而急速的海流，而在东侧，则为宽阔、缓慢的海流。这种模式存在于太平洋、大西洋和印度洋的主要海盆。例如，在北太平洋，强大的黑潮向北经过日本，这与墨西哥湾流相当；在太平洋海盆东部边界的加利福尼亚海流，对应于大西洋的加那利海流。但是，对北印度洋，此模式并不成立。其部分原因是由于欧洲大陆的阻力和印度洋季风的影响，使得环流不能充分发展。

由于南、北赤道流的存在，在海盆的西部产生增水，从而生成所谓的**赤道逆流**，并在南、北赤道流之间发展。赤道逆流自西向东流，在赤道北部（北纬7°）绕过部分大西洋海盆，而穿过整个太平洋海盆。

世界海洋中大的表层流，对于表层的混合和从赤道区域向高纬度传送热量起着重要作用。要想了解世界海流输送水量的能力到底有多大，只需要举出下列事实就够了，湾流所携带的水量是全世界所有河流总流量的100倍，而南极绕极流的输送量又是这个总量的一倍。

海豹(SEALS)

鳍脚亚目（Pinnipedia）中，大型水生食肉哺乳动物。鳍脚亚目包括三个科：海狮科（Otariidae），海狮和海狗；海象科（Odobenidae），海象；和海豹科（Phocidae），海豹。这些科一共有32个种，作为一个生物类群，它们在全世界都有广泛的分布。

鳍脚类动物都是游泳和潜水的健将，它们的四肢是带蹼的鳍肢，可以用来在陆地上行走，并在陆地上进行交配和产仔。雄性的身材要比雌的大。通常，雄兽对其它的雄性爱寻衅以保护其建立起来的妻妾群。虽然，它们的牙齿比陆生动物的简单，但它们仍以肉食为主，它们的食物有鱼、甲壳动物和软体动物[参见 "软体动物"]。它们身体上一般覆盖着一层长着短软毛的厚皮。毛向后披着，这样，使得在水中运动时容易。它们的眼睛很大，外耳很小或根本没有。它们的主要敌人是虎鲸和人类。

海狮科包括海狮和海狗，这两者的特征是都有小而结构完备的外耳，脖子颇长，都有34颗牙齿，它们的前肢较长，当在陆地上时，为了容易活动，其独立灵活的后肢转向前方。

这个类群中最有名的是远洋的**北方海狗**（又称**阿拉斯加海狗**）（*Callorhinus ursinus*），它们在太平洋迁移中度过冬季。它们大批来到陆地上（或改变迁移路线的场所）特别是遥远的、浓雾笼罩着的普里比洛夫群岛上（在白令海）。每年五月，雄兽首先来到这里开辟它们的领地，然后，大约在7月份雌兽才到达。每只雄兽（连同其领地）占有一个雌兽群。雄兽身体巨大，长达2米，重达272公斤，雌性较小，长约1.5米，重68公斤。雄兽整个夏天都留在岛上，在这段时间内，母兽生下小兽，并训练它们捕鱼约四个月的时间。然后，母兽们丢下小兽开始南迁。

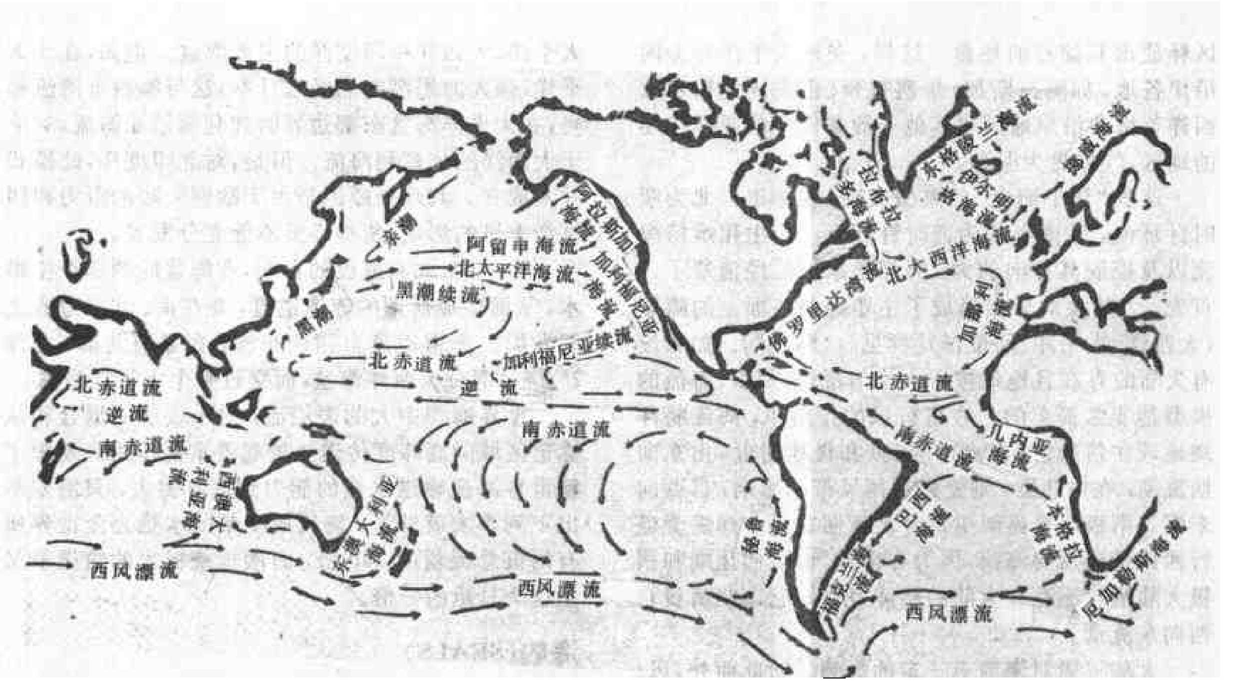


图　世界大洋主要洋流图

南方的海狗[如毛皮海狮属(*Arctocephalus*)]构成几个种，它们依种类分别见于南美的马尔维纳斯(福克兰)群岛和南澳大利亚、新西兰以及南非等地区。考虑到南半球的季节正好相反这一事实，这些海狗的习性与北方的海狗的习性是基本相同的。



图 1　一只威德尔海豹在南极的阳光下懒洋洋地打呵欠

加利福尼亚海狮(*Zalophus californianus*)是我们经常在动物园中见到的，而在马戏团经过训练后能够表演技巧的那一种。这种动物游得很快，通常长 2 米，重 272 公斤，分布于从温哥华岛到加利福尼亚湾的太平洋沿岸。加利福尼亚海狮和长 4 米，重 590 公斤的**北海海狮**(*Eumetopias jubata*)的习性与普里比洛夫群岛的阿拉斯加海狗相似。

据认为鳍脚亚目的海象科只包括一个种，即海象(*Odobenus rosmarus*)。一些海象见于从卡拉海到拉布拉多和哈得孙湾的北极海域，另一些则栖居于白令海和其周围的海域。大西洋和太平洋的雄海象都很大，平均重达 1361 公斤。关于这种动物的生活史，人们掌握的知识支离破碎，自相矛盾。它们群居在远海的冰天雪地里。与它们的亲属海狗和海狮不同，它们不在岸上聚成大群处产仔。雌海象差不多都是长 2.5 米，重 907 公斤。雌雄兽都无外耳，但两者却都具有一个十分粗重丰腴的肩颈部和象海狮一样的后腿。它们都只有 18 颗牙齿，其中两颗上门牙向下伸长为独特的长牙。这种牙有时在雄海象身上可长达 0.6 米以上。它们被用来做为防卫武器和在海底挖蛤蜊的工具。



图 2　一只阿拉斯加海狗家族在阿拉斯加的圣保罗岛上占据了一块大的岩石

海豹科是鳍脚类中最大的一科，它们代表了正统的海豹，它们没有外耳，所有种类都有 30 颗牙齿。体毛粗而短，后肢部分地与尾融合为一体。当它们游泳时，就借助于这两个后鳍肢左右拍击来推进身

体，每个后肢交替动作。这种海豹通常可活 30 年左右或更长些。



图 3　食蟹海豹躺在南极佩尼苏拉的一块浮冰上

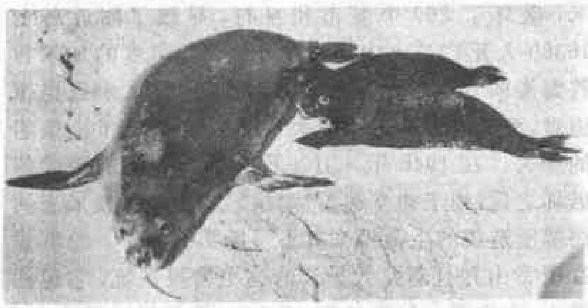


图 4　一只僧海豹在夏威夷与两个小仔休息。一生双胎是一种罕见的现象



图 5　自从墨西哥政府把瓜达卢佩岛做为一个禁猎区以来，在该岛上象海豹的群体增加到约 15000 头

海豹包括 18 个种，其中最小的一种（1 米），即唯一生活在淡水中的一种，贝加尔环斑海豹（*Pusa sibirica*），见于西伯利亚的贝加尔湖；最大的一种是**象海豹**［如，南象海豹（*Mirounga Leonina*）］，它的特征是有一个可膨胀的悬垂着的鼻子，雄性体长可达 6.1 米，体重 4 吨，雌象海豹略小一些。

象海豹见于南方和北方的高纬度地区，它们在岛屿多岩石的岸边生育，在此之前，它们总是漫无目的地在大洋中洄游。雌兽一般在初秋时候到达这种群栖场，然后生下一仔。雄性占有一个雌兽群，这些雌兽在生下一仔以后不久便再度怀孕，孕期为 11 个月。新生的小兽体重可达 45 公斤，具有一副大而亮的眼睛和一身银白色的体毛。

遍布于世界各地的**斑海豹**（*Phoca vitulina*），是一种呼吸很慢的浅水斑海豹（近 1.5 米，重 68 公斤），为居住在欧洲（法国、英格兰、地中海）和美洲（缅因州和加利福尼亚州）一些地方的许多沿海居民所熟知。黑白花的格陵兰海豹（*Phoca groenlandica*）和深灰色的环斑海豹（*Phoca hispida*）是北方水域中有亲缘关系的种类；而大型的**豹纹海豹**（*Hydrurga leptonyx*）和南极的**威德尔海豹**（*Leptonychotes weddelli*）见于南半球的南极、南非和澳大利亚周围的大洋水域中。一种最著名的种类是大西洋灰海豹（*Halichoreus grypus*）见于欧洲、格陵兰和冰岛沿岸地区。

过去这些动物中的大部分种类——海豹、海狮、海象和象海豹，因为它们的皮毛、脂肪油和肉，遭到了毫无顾忌地大肆捕杀。象海豹的卖买早在 19 世纪初就开始了，并且一直持续到 19 世纪 80 年代后期。因此在下加利福尼亚圣迭戈海岸外 483 公里的的瓜达卢佩岛到 1982 年只有 9 只海豹存活下来。1911 年墨西哥下令禁捕象海豹，1972 年美国把它们列为保护动物。关于海象，在一千年以前，就被斯堪的纳维亚人当作 hvalross* 或鲸马（Whale—horse）来猎捕。这种动物被大量地无情地追逐和杀戮，直到目前人们才注意对这类动物的保护，例如，在圣米格尔岛上现在已建起了一个海豹的天堂，这是一个多风的、拥有 24 海里（38.6 公里）海岸线的 14000 亩的岛。它位于圣巴巴拉西南 72 公里，加州洛杉矶以西 160.9 公里的地方。这个受到环境保护的地区现在成为成千上万的海狮和海豹的家园。它们爬上这里的海滩进行繁殖。有六个不同的种栖居在这个岛上：北方海狗，瓜达卢佩海狗，北方海狮，加利福尼亚海狮，海豹和北方象海豹。

因为海豹和海狮具有能够理想地适应水下环境的传感系统和生理学，所以它们充当了许多科学研究的对象，使研究者能更好地了解人类的潜水生理学。那些对于人类受试者不可能或不实际的实验，可以由这些动物来完成或在它们身上进行。这些实验也与它们的接受训练的能力、视觉的敏锐程度和在视听方面对谐的敏感性有关。例如，研究者们发现，曾被认为性情凶暴而难以驯养的海狗，实际上是十分容易驯服的。这种动物能够凭借回声来测定物体的方位。而且，它们是最先为人们所了解能够作这种工作的海豹类。

* hvalross 挪威语，英文 walrus 的原语，意为"鲸马"。——译者

海脊(RIDGE)

一种海底的狭长隆起物，它的两侧比海隆的两侧陡。给人留有最深印象的海脊是东经90°海脊，这是一个非常直的、长为500公里的海脊，由东印度洋向北，从阿姆斯特丹岛附近通向孟加拉湾。然而，在所有海脊中最为壮观的是中央海脊[参见 “大陆漂移”]，它曲曲弯弯地穿过世界上所有的海洋延伸64000公里。中央海脊在大陆漂移中起着关键的作用，因为当新的物质上涌并取代它的时候，海底就从海脊处沿左右两个方向向外扩张。

如果海脊是弯曲的，特别是，在其表面破裂成岛屿的情况下，这种海脊就叫做“岛弧”。

海隆(RISE)

海底的一种长形的、宽阔的隆起物，其两侧的坡度平缓。它与海脊的区别在于海脊的两侧较陡。澳大利亚和新西兰之间的豪勋爵海隆就是一例。

如果海隆有一个异常宽阔的顶部，它就被称为“海台”。非洲东海岸外的莫桑比克海台就是最好的一个例子。

海啸(TSUNAMI)

由大量海水的灾变性运动造成的一种波浪[参见 “波浪”]。海啸(日本语，意指“海港波浪”)通常被认为是潮汐波，虽然它与潮汐或产生潮汐的力并无联系，但它对海岸地区的生命和财产有时会有极大的破坏性。由于促使它发生的过程通常在海底，但其形成的详细过程至今还不十分清楚。火山爆发、与地震相联系的垂直断层活动、大规模的泥沙崩塌都可能引起海啸。

海啸一旦产生，它的特性是与把一块卵石投人浅水池中央所产生的波浪相似，也就是说，这种波是以一种愈来愈大的圆圈的形式，从波源向外扩散的。然而，除了这一点外，它们之间再没有别的相似之处了。一个向外扩散的海啸波，在深水处的典型高度为0.6米，波峰之间的距离可以超过160公里，在外海较深的地方，它以最大的速度移动，即每小时达924公里。这种扰动可以是由单个波峰组成，也可以是在初始的波峰之前有一个宽阔的波谷，接着是一系列小的波浪。后一种类型的海啸，由于人们的好奇心，曾经是造成很多人丧命的原因。当波谷向海岸撞击的时候，使水位以一种稳定但又是相当快的速度下降。很多人对这种奇怪的现象好奇，并散步在露出水面的潮成平地上，当波峰以惊人的速度向海岸冲来的时候，这些人们还没有来得及躲避就被高耸的水墙淹没了。

当海啸还在海中的时候，只能用最仔细的观察方法才能确定它。同样，由于在此系统中的能量是有限的，而且几乎是不变的，当这个能量被愈来愈大的波圈耗散掉的时候，波的高度也慢慢减小。但是，当海啸波快速冲到大陆架上时，剩余的能量由于逐渐变窄的水楔作用会迅速地集中起来，结果使波高增加，其高度可达十几米。例如，1946年4月1日的**乌尼马克**(阿拉斯加)**海啸**是由一系列高为0.6米的波峰组成的，波峰之间宽196公里，并且在深水中以大于400海里/小时的速度运动。在到达夏威夷海岸的**派洛洛**(Pololu)**海谷**时，波峰就在15分钟的时间内升到了16米。当海啸到达马绍尔群岛的比基尼环礁时，深水的波高又从0.6米下迭到0.4米。

幸运的是，灾害性较大的海啸并不是经常发生的。1755年，葡萄牙的里斯本遭到了15米高的波浪的破坏。100多年后(1883年8月27日)喀拉喀托火山岛在巽他海峡爆发，造成的海啸波高达38米，破坏了300个城市和乡村，导致了附近岛上36380人死亡。火山爆发9小时后，印度的加尔各答海港内300条内河船被波浪摧毁，澳大利亚也报道过，海啸波浪冲击了澳大利亚海岸，造成600条船的损失。在1946年4月1日乌尼马克海啸造成的破坏之后，由于建立起了“海浪警报系统”，使未来的海啸所造成的生命损失就不可能那么大了。总部设在檀香山并且遍及太平洋的这个警报系统，它包括着15个地震台监测地震(海啸一般与超过里氏6.5级，震源深度浅于50公里的地震有联系)，而且有30个潮汐观察台来确定某一海啸是否与地震扰动有关，所有这些都是用一个快速通信线路连接起来。1964年3月28日，当破坏性极大的阿拉斯加地震造成的巨浪涌向从阿拉斯加到智利沿岸的城镇时，依靠这个警报系统，挽救了很多人的生命。

海绵(SPONGES)

统用于多孔动物门(Porifera)(英文“Porifera”意思是“带孔的”)所有成员的名称。海绵是一种水生的，多半海生、固着的(永远附着于一基层上)无脊椎动物。它们生存于所有世界大洋中，所在深度变化很大。而且其形状、大小，和颜色也大不相同。

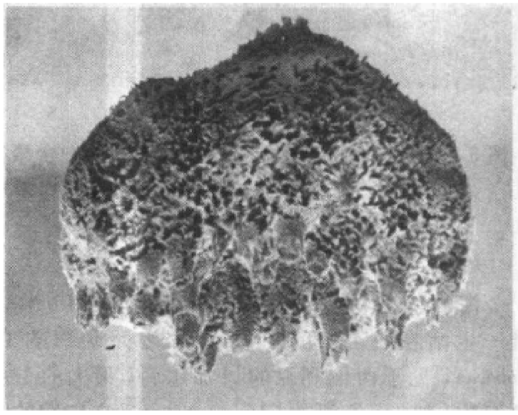


图1　产于佛罗里达礁的羊毛海绵。海绵见于全世界海洋各个水层中，各种大小、形状、颜色的这种无脊椎动物有数千种

在这一门的三个纲中有数千种海绵：钙质海绵纲（Calcarea），它们栖居于浅海海域中，具有小骨针（spicules），以三向放射型为基础，并由钙盐构成；六放海绵纲（Hexactinellida），典型深海玻璃海绵，具有四到六个放射形的骨针，并由硅质化合物构成；和寻常海绵纲（Demospongiae），它们是热带和亚热带海绵，其特点是它的骨骼是由一种叫做海绵硬蛋白（spongin）的有机物质构成的。仅后一纲的十二种海绵具有经济价值，而它们集中在地中海、墨西哥湾和靠近西印度群岛等处。不过，近年来，人工海绵的发展使得一度兴旺的海绵渔业垮了下去。

海绵对许许多多种海洋生物的供养还是有价值的，而且它们是颇有科学兴趣的对象。除了有一个多细胞身体充满小孔和不断有水通过的沟道系统外，它们不具备任何器官。在大多数种类中，其身体是由一种小骨针网或由海绵硬蛋白纤维或由两者结合起来来支持的。以纯植物或无性生殖的方法繁殖是一种普遍的增殖形式。主要是在亲体的侧面或基底形成细胞的生长和分化。这些芽或生长物可能继续附生或分裂开，但在任一情况下每个芽都能发展成一个新的海绵。

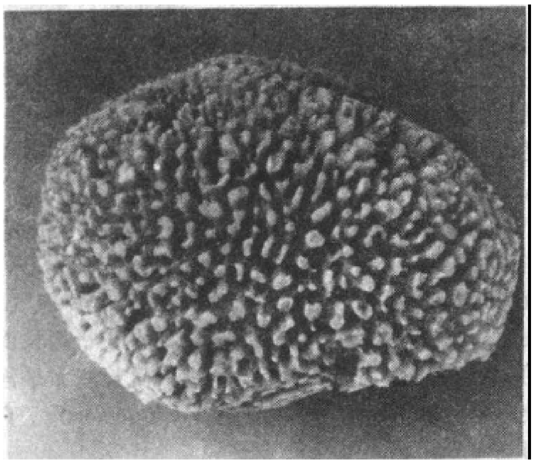


图2　产于巴哈马群岛的天鹅绒海绵。海绵无器官，它那多细胞的身体贯穿着许多小孔，通过这些小孔供应生命的水不停地流过

从医学和工业的角度上讲，对于海绵组成的生物化学上的研究，揭开了一些有趣的和有潜在价值的信息。例如，在多孔细芽海绵（*Microciona prolifera*）的骨骼中富集大量溶于芳族氨基酸内的碘。这种元素的富集方法尚不甚了解。此外，还有几种有机物质，如含在西印度海绵（*Crypotethia crypta*）体内的核苷。黄蜂海绵（*Spheciospongia vesparia*）含有 methanethole，而指海绵甾醇见于新英格兰沿海水域的树指海绵（*Chalina arbuscula*）中。海绵也是一种高分子量脂肪酸的一个好的来源［参见　“海洋药物”］。

海豚（DOLPHIN）

是海豚科中约 33 种鲸类哺乳动物的俗称，它们以各不相同的喙形嘴互相区别。属于淡水豚科的海豚可在河流中找到它们（例如，恒河豚、亚马孙豚），但也可以在河口和沿岸水域中发现它们（例如，拉普拉塔海豚）。在有些区域，鼠海豚（Porpoise）和海豚（Dolphin）可以混用。例如，嬉海豚，它广泛分布在大洋的温带和热带（主要是沿岸）的水域中，通常把它叫做鼠海豚。此外，还有两种鱼（鲯鳅和匀板鲯鳅）有时也称作 dolphin。

参见“鲯鳅”；“鼠海豚”；“海洋哺乳动物”。

海蛇（SEA SNAKES）

指的是 13 个现存蛇科动物中海蛇亚科（Hydrophiidae）所有 60 种前齿带毒的海蛇。它们都有长长的柔韧的身体，扁平的尾巴。特殊的肺部构造使它们特别适应水下的环境，在水下可以倒退着游泳，就如同向前游一样随心所欲。

海蛇的平均长度大约有 2 米，我们见到的这么大小的双色型具有代表性：身的上部都是深色，下部是浅色的，或者呈黑色和浅绿色相间的环状或带状花纹。它们具有与众不同的桨形尾巴，纤细而前端分岔的舌，和中空的毒牙。象大量时间都在海上度过的海龟和海鸟一样，海蛇也有一个盐腺（salt gland）这个特化腺可以使海蛇在吞进海水之后，不必通过肾脏进行脱水把过量的盐排出体外。

海蛇主要见于印度洋和太平洋的热带地区，在大西洋还未发现过。不过，海蛇分布相当广，经常出没于大洋和海岸地区，也可以在河口湾和沿岸的沼泽地带见到。某些岛屿完全不受陆生毒蛇的侵扰，但在它们周围的海域内却可能有海蛇出没。

海蛇一般都喜欢长时间地在洋面上浮游，但也能在水下逗留几个小时。它们都是在夜晚的时候到水下取食小鱼和鳗，海蛇一口就可以迅速致它们以死命［参见　“鳗鱼”］。当海蛇吃食时首先吞进鱼的头部。鲨鱼、一些大的鱼类和海鸟又是海蛇的捕食者［参见　“鲨”］。

黄腹的长吻海蛇（*Pelamis platurus*）毕生都在海中生活，在墨西哥西海岸外海特别多，在别的地方也能见到，是所有海蛇中分布最广的一种。在东非、亚洲水域，北到西伯利亚，沿日本东海岸、菲律宾、大洋洲，东到热带美洲，都可见到它们的踪迹。

雌蛇是卵胎生的，卵在母体中孵化，每胎可以生2-18个幼蛇。它们通常把小蛇生在岩石丛生的小岛湾里。这种色彩鲜明、黑黄相间的蛇（最普通的类型是：背部均为黑色，身体两侧均为黄色，腹部为褐色，这些色调大约占了身体的80%），不爱活动，而且游得很慢，通常漂浮在水面上。除了这点所造成的潜在弱点外，长吻海蛇（*Pelamis*）几乎没有什么天敌。

水蛇（*Enhydrina schistosa*）是一种比较富于进

攻性的海蛇，从波斯湾东到澳大利亚的北海岸都是它们的分布区域。另外一些种类（近50种）栖居于从波斯湾到萨摩亚群岛的热带太平洋和印度洋地区。它们也随北进太平洋的暖流到琉球群岛和日本。

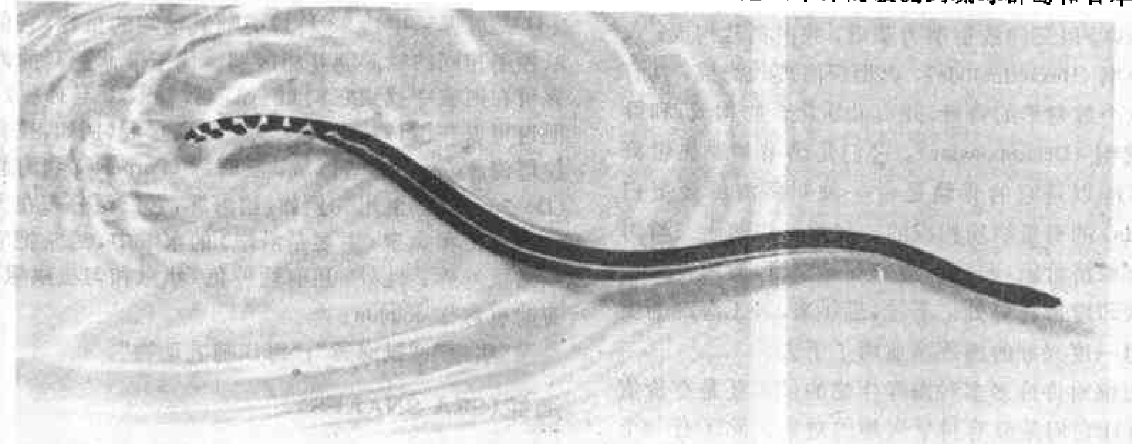


图 一条黄腹海蛇在浅水中窜游

与这些纯粹海生的蛇类不同，有一种产于印度—澳大利亚地区亚洲种的科伦布拉扁尾蛇（*Laticauda colubrina*），在习性和适应性的某些方面也适于陆栖生活。它在陆地上繁殖，而且是卵生的（卵生繁殖是卵在母体外孵化）。

一般认为，海蛇的性情是比较驯顺的。但它们都是有毒的，而且常常大量聚集在一起，因而对人类造成很大的威胁。尽管大多数海蛇是不主动攻击人类的，除非你用手抓它或直接触犯了它，但每年总有一些人特别是渔民死于它们之口。目前还没有生产出有效的防治药物来抵制它的毒害神经的毒液。

与某些发表的见解相反，珊瑚蛇[例如哈勒昆珊瑚礁（Harlequin coral）或小尾眼镜蛇（*Micrurus fulvius*）]是属于包括眼镜蛇、印度毒蛇（kraits）和南非毒蛇（mambas）在内的眼镜蛇科的陆生蛇类。有些陆生蛇类富于进攻性而且会游泳。比如，世界上最大的（大约5米长）毒蛇——印度的眼镜王蛇（*Naja hannah*）是一种昼行性种类，喜欢栖居在近河流的热带丛林地带。夜行性的普通眼镜蛇对于水有明显的喜好，偶然会进入海湾或者大洋的沿海水域。

海象[WALRUS（*Odobenus rosmarus*）]

鳍脚的海象科中单独的一种，海象由于它的18个牙齿中的上犬齿长成指向下方的长牙而出名。

海堤（SEAWALL）

见"海滩"。

海葵（MATA-MALU）

这是萨摩亚语"海葵"的意思。拉丁语为"Rhodactis howesii"，它含有致命的毒素。

海葵（SEA ANEMONE）

构成珊瑚虫纲（Anthozoa）中海葵目（Actiniaria）的1000种海洋刺胞亚门动物（COELENTERATES）的统称。珊瑚虫这一纲中包括诸如珊瑚、海扇、海笔、海羽和海葵等6000多个种类的海洋动物。

海葵取名于它们花一样的外形。它们广泛分布于世界各大洋中；热带最多，较冷的水域也有相当大的数量，这包括北冰洋的那些寒冷水域。从大洋深处到潮水所及的地方都是它们生活的区域。

这种柔软的圆柱形水螅体，一般都是以单体的形式生活，它的成体的一端有一个可以扩张的嘴，在嘴的周围生着一圈圈的触手。在它的胃里有消化力很强的体液。海葵的大多数种类在身体基部都有一个足盘，用以附着在别的物体上（如：水下礁石，珊瑚等）。

另外一些没有足盘的种类，就钻进泥沙里去，有一些则用它们的触手来游泳，这是它们行动的工具。水流流进这种动物的嘴里，为它们的呼吸提供氧气。海葵色彩丰富，形体各异，一些较小的种类平均长度大约15.9毫米，直径约12.7毫米。而某些太平洋种类直径达20厘米。最大的海葵（*Stoichactis*）直径可达1米。

海葵通常以甲壳动物，软体动物和小鱼为食，这些食物是它们用有剧毒的刺丝胞（鱼叉样细胞）捕捉到的[参见 "软体动物"；"刺丝胞"]。有一些海葵是共栖的，它们可以同别的海洋生物亲密和谐地生活在一起，如海绵[六放海绵纲（Hexactinellida）]和寄居蟹等。

爱德华氏海葵（*Edwardsia leidyi*），细指海葵属（*Metridium*）和MATA—MALU[或豪氏玫瑰海葵（*Rhodactis howesii*）]是生物学家们经常研究的几个种类。生物学家们利用前两种来研究海葵既可以是有性也可以是无性的繁殖方式，对于MATA—MALU（萨摩亚的），则研究了它体内毒素的性质。对于这种致命海葵所进行的任何病理学、药理学或免疫学上的研究都没有导致一种解毒剂的产生，没有一个人吃了MATA—MALU后而能活下来。在繁殖方式

上，海葵常以一分为二的方式进行无性繁殖，分开的每一部分都变成一个完整的动物。也有一些种类，当它们在海洋中从一处移向另一处时，便丢下一些碎块，长成小的海葵。它们也进行有性繁殖，主要方式是把卵子和精子排进水里。受精卵长成幼体，最后在海底定居，变为小海葵[参见 "幼体"]。然而，受精也可以在体内进行。在这种情况下，幼海葵在它们双亲体腔[或隔壁间腔(interseptal chamber)]里长成。



图 海象。一头雄海象在阿拉斯加托加克湾中仰起头。海象科只有一个种；由于以上颌指向下方的长牙而出名

海葵(如 *Actinia equina*)见于大西洋，地中海和黑海。美丽绿海葵(*Sagartia elegans*)生活在从冰岛到非洲海岸的东大西洋水域和地中海中。

海湾(GULF)

见"大洋"。

海滩(BEACH)

海滩这个名词的确切含意是指带有未固结物质的地带，它从低潮线开始向陆地延伸直到物质或地形有明显变化的地方，或者延伸到永久植被线处(通常认为是风暴潮侵蚀作用的实际界限)。根据这一定义，海滩存在于高能量环境中，因此其结构是复杂的。它们总是处于一种变动状态，而且其形态对海滩物质的大小、外沙坝的存在、潮差、风暴的频度以及冲击它们的波浪的波长、波高和方向都很敏感。海滩这个名字使人们想起白色的砂层，如美国东海岸和佛罗里达州的墨西哥湾沿岸就十分典型。砂层是花岗岩风化后变成两个主要部分，即石英和长石沉积的结果。然而，很多太平洋岛屿上有黑色的海滩，这是由形成这些岛屿的火山岩风化而来的。而欧洲海滩是由叫做扁砾石的扁平岩石组成的，它们的直径最大达 0.3 米，并且是由于在破波带中长年前后滑动造成的。

美国总共有 13.5542 万公里长的海岸线，包括夏威夷有 1496 公里和阿拉斯加有 76106 公里长的海岸线在内。在总的海岸线中有 55543 公里(占 41%)为开阔海岸，有 8 万公里(占 59%)隐蔽在海湾、觉泻湖和河口湾内。除阿拉斯加外，在大约 19550 公里长(占 33%)的美国海岸线上都有海滩，而其余的 32985 公里长的海岸线上则没有海滩。目前，总海岸线中大约有 32982 公里(占 24%)在很大程度上受到了侵蚀。

一种较为理想化的、但又是相当典型的海滩解剖结构是从低潮线外朝海方向一定距离内的外沙坝开始的。这种滨外沙坝虽然严格地讲并不属于海滩的一部分，但对全年受大量波浪冲击的所有海滩来说都是有代表性的，包括大湖（Great Lakes）附近的海滩。滨外沙坝是由暴风雨那种极大的波浪作用冲刷海滩，把物质冲向海洋方向而造成的。由于冬季暴风雨多，因此在这个季节里外沙坝就特别明显。夏天，破波作用比较缓和，滨外沙坝包括紧靠着它的地带（朝海方向）把一些物质又回送到海滩上。典型的滨外沙坝顶部所处的深度大约等于向它冲击的波浪的平均高度。

滨外沙坝是一种很重要的地貌特征，因为它是一种防止海滩侵蚀的良好阻挡物。突然变浅的底部，其摩擦作用会使到来的波浪在到达海滩之前破碎并损失大量的能量。如果波浪足够大，虽然会重新形成波浪冲击海滩，但其能量已大大减弱了。偶而滨外沙坝也出现缺口，这就成了波浪冲过沙坝的水急速回流的通道，结果形成危险的裂流，使游泳者遇到困难。这种裂流虽力量很大但通常很窄，只要游泳者平行于海滩游，就能避开它。

在一定的、延续时间很长的条件下，滨外沙坝可能长成永久性的沿滩沙堤，屹立于高潮线以上许多米处。沿美国东海岸的许多地方，延伸着典型的沿滩沙堤，形成著名的“外滩”（Outer Bank），哈特勒斯角就位于外滩上。沿滩沙堤的防护作用是很好的，使得旅游者群集在沿滩沙堤向海一边的“海滩”上，而以前的海滩却成了砂很少的平静地区，并在沿高潮线附近有植被生长。

在滨外沙坝和低潮线之间有一凹槽，一般有1.8米深。当波浪冲击滨外沙坝时，同样也会冲入这个凹槽。沿着这一凹槽有一种强力海流，人们把它叫做沿岸流，而且它把大量的砂子平行于海滩搬运。在波浪以某个角度斜冲海滩的地方，沿岸流特别明显。

在高潮线和低潮线之间有一带状砂层，叫做低潮阶地，其宽度取决于潮差和阶地的陡度。而后者在某种程度上是与组成阶地的物质颗粒大小有关，物质颗粒愈粗，阶地愈陡。在低潮时，游泳者喜欢沿着这一阶地散步并捡拾贝壳。在低潮阶地的后方有第二个阶地，人们叫做后滨阶地，它只经受伴随风暴潮而来的水位冲刷。有些海滩可能有多个后滨阶地，冬天这些阶地砂子少，而夏天会重新增多。海滩的这一区域是人们经常进行日光浴的场所。

自从第一个大陆露出海面以来，海滩的受侵蚀和重新补充的过程一直在周期性的重复着。大陆受到风、水和化学侵蚀作用被剥蚀，象石英那样耐蚀的砂子进入河流中，河流又把这些砂子带入海洋，以便补充在海滩周期性作用过程中而损失的砂子。

当今，随着人口的不断增长，人们不希望大陆从他们的脚下慢慢的被剥蚀掉，因而正采取各种方法固定农田、林地和人类文化发展的地方。因此，在某些地区陆地提供给海洋的砂子逐渐减少，虽然还没有达到令人惊恐的地步。



图 1　阶地平滑地升高，直到起伏的后滨阶地，在后方可以看到小沙丘。篱笆是人们想把漂移的沙子固定下来并形成沙丘所作努力的一部分，这样，海滩不会被风和水侵蚀掉



图 2　向西流动的水流把砂子从火岛（Fire Island）一个沿岸沙堤向西搬运。这一过程实际上会把这个岛移走

尽管给海洋供应新砂的速度有所减少，但海滩受侵蚀的速率和砂子沿海岸迁移的速率却在继续增

加，并未遇到任何障碍。冬季，暴风雨所造成的直上下高频度的波浪，它可从某些海滩上带走厚达 2.4 米的砂子。强烈的沿岸流离开大部分海滩时，有单一的、主要的流动方向，因而使侵蚀形成的砂子平行于海滩方向移动，并利用夏天不高的波浪补充某些遥远的海滩。沿着某些海岸移过某一给定点的砂量每年可达 7.65 万立方米到 153 万立方米。在无人的海岸，虽然这个过程很少被人察觉，但在船泊地、商港和人们常去的地方，这种现象却引起人们极大的关注，如果移动与补充失去平衡，那么就会造成灾难。因此，人们设计了一系列建筑物和技术装备，以控制自然界的不稳定因素和消除人类存在造成的影响。

在海岸很靠后的地方使用了护岸、海堤和用钢材、木材、混凝土或大石块做成的护坡，作为防止剧烈的暴风浪破坏的最后措施。建造这些建筑物时应特别小心，因为这种波浪冲击的力量很大，破波形成的下冲水流会严重地把底部的砂子掘起，因此，通常需要堆一层石子来防止水的冲刷和挖掘作用。

为了防止海滩地区受波浪的作用，在近海建筑防波堤时通常让它的方向平行于海滩，并用大石头垒得高出高潮线。但是，这类建筑物往往也会有其本身的问题，因为在防波堤和海滩之间流动的沿岸流速度被降低了，使得沿岸流携带的砂子停止了迁移。这一作用不仅使掩蔽海滩向海洋方向生长，而且也取走了海滩上向下漂移且对更新和补充很需要的砂子。加利福尼亚州圣莫尼卡地区的防波堤和海滩就是说明这一问题的极好例子。在这种情况下，必须在大自然的力量使砂子堆积起来之前，把它们用泵从这一受掩蔽的区域运走。

丁坝是一种矮建筑物，通常由后滨地区开始向海洋建筑一段距离，一般它是垂直于海滩的。建筑丁坝的目的是为了阻止海滩的侵蚀过程并重新向海洋方向恢复损耗了的海滩。丁坝也能阻止砂子的沿岸漂移并直到海滩区恢复起来并保持稳定为止。人们常常把砂子运往海滩使其更快地重建以加速稳定过程。突堤与丁坝相似，但一般稍长些，因为突堤的目的是保护内渗和航道免遭堆积的砂子所堵塞。

上述的这些建筑物没有一个是十全十美的，所以，在某些海滩区还会使用人工淤滩技术。这种技术是从别的来源，例如从沙丘和滨外沙坝后方取来砂子以补充海滩。

海鲈(SEA PERCH)

见"石斑鱼"。

海槛(SILL)

两个海盆之间的水下隆起物。海槛的深度是两个海盆之间海水能进行水平流动的最大深度。把大西洋海盆与地中海海盆在直布罗陀海峡处隔开的海槛深度约为 304.8 米。

海槽(TROUGH)

海底的一种长而阔的凹陷地带。邦蒂海槽就是一例，它位于新西兰东海岸外，在查塔姆海隆和邦蒂群岛之间向东延伸。

海獭(SEA OTTER)

属于裂趾类亚目 (Fissipedia)、鼬科 (Mustelidae) 的一种食肉类海洋动物 (*Enhydra lutris*) 的统称。这是一个包括貂鼠、鼬、獾和臭鼬在内的大的类群。海獭群居生活，它们在沿加利福尼亚海岸线北到加拿大和阿拉斯加沿岸的地区有特别多的群体。



图　一只海獭边仰浮在水上，边在其胸部破开贝壳

海獭长约1.2米，重约36公斤，身细长而柔软，腿比较短，脚大带蹼，长着一条短小的圆柱形的尾巴。这种动物没有象鲸和海豹那样用以御寒的脂肪层，但却有一层厚厚的软毛，它们不断整理着这些软毛，以防止热量丧失。

海獭以蟹、软体动物、鱼类和水草为食。多数食物是被它们一边仰浮在水面上，一边用它们的32颗牙齿咀嚼而消耗掉的[参见 "海藻"]。这种仰浮的习性甚至表现在母兽生产的时候，母兽用这种姿式把小兽产在水里，然后把小兽放在胸上随着它漂游。海獭也猎食诸如鲍等贝类，它用一块石头把它们敲破。它把蛤和石块放在一起猛敲，直到蛤被敲碎打开为止。海獭在3—4天之内就吃掉20—36公斤的贝类。

以前，在北美的太平洋沿岸可以见到大量的海獭，但人们为了得到它那珍贵的皮毛，对其进行了大量地捕杀，兽群数量锐减。现在，这种动物受到强有力的保护，近几年来，它们的数量大有增加。

海螺(MARINE SNAILS)

见"腹足类"。

海藻(SEAWEEDS)

见"藻类"。

海平面(SEA LEVEL)

更确切地说，就是平均海平面，美国把平均海平面定义为19年内所有潮位的平均。潮汐观测，系采用沿岸的固定验潮仪，或把验潮仪投放到邻近海域的公海里进行记录。所有实测潮位记录的高程均以岸上水准点为准，最后把求得平均海平面的结果，用水准点高程加以固定。海平面是计算所有测量高程的基准面[如：珠穆朗玛峰是在海平面上8848米]。在气象学中，所有高空观测工作均以平均海平面为基准面；在导航中，用压力高度计测得的高度也是指海平面上的高度。

过去，根据世界验潮站网求得的平均海平面，在应用上已基本得到满足。但是，早已察觉到，不论对短周期项和长周期项都还有技术性误差，尤其在近几年来，日益成为麻烦的事。"水往低处流"，这句话易给人以这样的印象，在风平浪静的情况下，世界大洋中任何一点的海平面总是一样高的。但是实际上，大洋表面的形状有的犹似小山，有的宛如峡谷，有低洼，也有倾斜，并随各种环境因素的变化而振荡与波动。

影响海平面局部性和整个区域变化的主要因素有：(1)气压的变化，(2)海水总的热含量的变化，(3)盛行风的类型，(4)海流及其科氏效应。例如，气压增加1毫巴(9.9×10^{-4}大气压)，就相当于海平面增高1厘米，为了重新取得平衡，海水只能沿侧向流入低气压区。高气压或低气压过境引起的扰动[参见 "飓风"]，可使海平面局部地上升或下降1米。

盐度和热量二者都影响海水密度，而海水密度又影响海平面(海水密度越小，水柱越高)。有人曾估计，整个世界大洋水温增高1℃，海平面将升高60厘米。在某种程度上，这种效应可从季节变化中得到证明。北半球夏半年，赤道以北的海面比通常的升高10—15厘米，而赤道以南则下降同样多的量。北半球冬半年，则反之。必须注意，由于其它因素的影响，这种效应并非是均等的，而有地区差异，正向和负向的变化都可能发生。这种季节效应往往与这样一些更为基本的情况相叠加在一起，如大西洋的水温高于太平洋，而太平洋的盐度却低于大西洋，因而，太平洋的海平面比大西洋约高30—50厘米。在北美的东海岸，也存在着类似的梯度，新斯科舍附近的海平面比佛罗里达的迈阿密约高38厘米。

由于科氏效应，北半球海流往右偏(顺时针方向)，南半球往左偏(逆时针方向)。这样，就加强了海面的坡度，使海平面向着沿海流方向的向海一侧升高。以湾流为例，海平面的这一差值约为59厘米。

海平面保持相当的稳定已有很长的历史[4.5亿(4.5×10^{8})年]了。但是另一方面，海平面暂时的升降，使陆架大面积地升出水面，而且也使海洋再次淹没了大片陆地。已知影响海平面长周期变化的因素有：(1)由于大陆冰川的作用，使大洋海水减少，尔后又使海水增加；(2)由于冰川的堆积和消退，使地平面下陷和回升；(3)由于大陆被侵蚀，使沉积物不断沉淀在洋盆里；(4)由地壳运动和火山活动，使洋盆变形；(5)地壳的区域性密度演变(重力异常)所造成的地壳均衡变化。

从海平面较近时期的长周期变化，可以追溯到末次冰期冰川的开始和退缩。约于3.5万年前，海平面大致与现在相同。于1.5万年前，全世界的海平面下降了约130米，陆架大部被干露出来。在过去大陆边缘的河流入海处，现在都露出大量的沉积物，这些都是由冰川带来，并由冰川的融水冲刷下来的。在1.1万年到8千年前，冰川进入退缩期，海平面迅速开始升高。约在5千年前，海平面与现在的海平面相差不到5米。5千年来，由于冰川已继续退缩到陆上，只限于大陆冰川和高山冰川，海平面已安全回升了。在某些区域，这种海面回升的趋势，已被因冰的消除而引起地面的回升相抵销了。例如，波罗的海北部的波的尼亚湾，由于地面的回升，海底以每世纪1米的速度上升，使这些大湖都向南倾斜。但是，在整个世界范围内，海平面几乎以每年0.12厘米的速度升高，这是由许多正向和负向变动的长周期平均值。

由于人类在世界沿海地带进行了大量的建设，对现有的海平面极为敏感，即使海平面只有一个很小的长周期增量，也可能会造成惨重的损失。例如，海平面如升高0.3米，再遇上风暴潮，就可能完全摧

毁荷兰的海堤以及世界上其它的许多建筑物。今天，卫星已能更精确地测量海平面，它将成为海平面长期预报积累资料的有用工具。

海百合(SEA LILIES)

见"棘皮动物"。

海龟草(TURTLE GRASS)

学名泰莱藻（*Thalassia testudinum*），水鳖科(Hydrocharitaceae)，是一种没入水中的海洋植物，它取得的俗名(海龟草)是由于它是海龟爱吃的一种食物[参见 "海洋中的植物"]。

海龟草是一种湾底植物，它在海湾生态系中起非常重要的作用。它为游钓鱼类和商品鱼类在它们生活史的不同阶段提供食物和蔽护。

海洋学(OCEANOGRAPHY)

研究海洋的科学，更确切地说，是应用各学科的成果进行海洋的考察和研究。例如，要对洋底地形有较科学的了解，就要涉及：沉积物和岩石的结构和组成，大洋与大气之间的关系，海洋的植物和动物，海水的化学成分，海水运动的情况，海水的外力和内力的特性等问题。因此，海洋学就是若干个学科和分学科的综合，尤其是包括：地质学、生物学、化学、物理学和气象学这五门基础学科。须对这些学科进行补充的还有：应用数学、海洋考古学、材料科学，以及环境科学和流体力学。这种对海洋进行科学的综合认识，或者说海洋学，是对海洋(或海上)进行开发利用、工程设计的理论和实践的基础[参见 "海洋工程"]。

海洋学史 最早的开端 在人类历史上人们早就对海洋世界怀着好奇心。对人类居住地周围广大水域的概念，曾有过各种各样关于创造世界的古代神话和传奇。代表爱奥尼亚学派的哲学家泰勒（公元前640? —546 年）认为，世界大地是由一个大圆盘组成，圆盘的四周围着浩大的洪流，称为 Oceanus，是神话中太坦神的长兄。巴比伦人认为他们的世界好比一座圆形大山，屹立在一大片水域的中央。而在古希伯来人（现在的犹太人）的圣经里却说，根据上帝的圣旨，这些大洋被聚集到一个地方，于是，陆地就被干露出来了[参见 "大洋"]。

对于这些观念以及在其它古人中的一些异说，古希腊的哲学家和地理学家都持怀疑态度。其中最早的也许就是希腊人毕达哥拉斯和阿那克西曼德(Anaximander)。早在公元前六世纪，毕达哥拉斯就推理说，世界并非圆盘状，而是球形的。就在这个时期，阿那克西曼德制出了第一幅世界闻名的希腊地图。后来，一位天文学家和地理学家，亚历山大港的埃拉托色尼 (Eratosthenes)（约公元前 240 年)，认为大洋是由两支互相垂直巨大海流组成，一支沿赤道流，另一支从一个极地到另一个极地围绕地球流。斯特拉波(约公元 20 年)也持与此相同的观点，并在他一些关于地球的著作中，估计了地球的大小，描述了全球的气候带。

托勒密（约公元 150 年)，在他的自然现象研究报告中，描述了已知世界的实际地图，包括在南半球的许多大陆。托勒密同他的著名老前辈亚里士多德(公元前 384—322 年)一样，接受了过去约一千年来权威性的科学论点，认为居人的陆地占据着地球表面的大部分，而有水的区域大体上被陆地所包围，形成地中海。

尽管古人对海洋学知识是如此贫乏，他们仍能大胆地设想，勇敢地乘船到他们周围的大洋里去冒风险。埃及人、古雅典人、克里特岛(希腊——译注）的海盗头子、腓尼基人、罗马人和其他人，都乘船出海进行通商和贸易，发现新大陆，占领土地和开拓殖民地，甚至发动战争，其中腓尼基人是最早在夜间利用北斗星导航的航海者。实际上，他们的这一切努力，都只限于地中海内。但是，有的却航行到了谁也不认识的地方；有的已远达冰岛，而不知道自己原来早已出了地中海。

在两千年前就考察过太平洋的波利尼西亚人，也是海上的先驱者，他们把自己所掌握的天气、风、海上候鸟和洋流等知识应用于漂洋过海、走遍了分散各地的岛屿。

有关探索海洋的最早史例，不同于其它自然地理学，可追溯到 1900 多年以前的希腊和罗马文化。例如，亚里士多德，这位柏拉图的弟子，亚历山大大帝的导师，就迷恋着大自然，尤其是大洋的奥秘。他同现代许多海洋学家一样，经常为揭开这些奥秘而受到挫折，据说有一次，亚里士多德自己投入埃维亚岛与希腊大陆之间欧里普斯海峡的旋涡里，因为自己不能解释此现象。为了能写出一篇关于海洋生物学的论文，他还忘我地投入有关生物方面的工作。阿基米德(公元前 287—212 年)进行了浮力的研究，任何一个物体，部分地或全部地浸入液体里，都受到一个向上的浮力，浮力的大小等于物体所排开液体的重量。他的研究把当时的物理学原理推向顶峰。希腊的几何学家欧几里得（约公元前 300 年)，在他的"自然力"这篇文章里，对有关空间的原理和假定作了概述，并已成为海洋学很多方面的基础。公元前 2 年，波西多尼斯研究了加的斯的潮汐效应与太阴位相及撒丁海的水深（测得为 1830 米）之间的关系。希罗多德（公元前 484—428? 年）在雅典写了一篇描述地中海海洋学工作的著作，对于经过埃及近岸尼罗河三角洲河口的航海者很有帮助。这项成果是用测深与海底取样的对比方法取得的。正如希罗多德于公元前 450 年所说：离岸还有一天的航程时，如你试测一下水深，你就会带上泥来，即使在 20 米的水深也是如此。《自然的历史》的作者普利尼（公元 23—79 年)，对各种海洋生物，尤其是珊瑚及其在医学上的用途写了一些著作。古罗马人偶而把

海藻用来治愈创伤、烧伤、坏血病和皮疹，并能识别和鉴定很多种海藻。特别是早在公元前3000年的东方，就把海藻当作食用和药用[参见 "海藻"]。海洋养殖，就是把生物科学应用于海洋学，这对美国来说虽还相当年轻，但在今日世界的其它地区已是一门最老的科学了。海洋养殖基本上就是在可控制的环境内，对海洋植物和动物进行培植，因此，也可叫做水产农场。早在公元前两千年，中国养殖鲤鱼、埃及养殖射性非洲鲫鱼，日本养殖牡蛎等各种形式的海洋养殖，都已有了实践经验。

总之，可以说在古希腊文化时代，特别是罗马帝国的黄金时代，以及古代的其它时期，世界上许多思想家传给我们很有价值的思想和经验，都能直接或间接地适用于海洋学。

近代海洋学的发展　从古代到文艺复兴时期之间，对海洋基本上是缺乏兴趣的，直到十五世纪，才开始引起人们对海洋的兴趣，他们把自己的天文学和航海的基本知识，用于世界大洋的考察。例如，哥伦布的航行，不仅发现了马尾藻海，而且他还成为收集和研究海洋动、植物区系、观测海流和天气的海洋学家。利昂发现并描述了湾流，伽马绕过好望角，找到了去印度的航线，麦哲伦的环球航行，都向人类表明，大洋世界何其广阔，有待于人类去考察和开发。15世纪，一个叫亨利王子的航海家，在葡萄牙的萨格雷斯建立了航海情报资料中心，成为十二世纪建立摩纳哥国际水文局的先驱者。他的意图是与现在的海洋（资料）中心一样，想把航海用的及其它海洋情报资料分发到全世界。但是，许多商人对自已所获得的情报资料和对航海有用的资料都很保密，不愿向自己的竞争对手公开有价值的资料。

另一方面，这个时代的一些早期考察家，对海洋生物确实做过一些有趣的观测。例如，J. 默里爵士是著名的"挑战者"号调查（1872—1876年）报告的编者，当时的一位水手J. 霍金斯爵士引用了默里的话说：

"要是没有风、潮汐和海流使海洋运动的话，整个世界就会被腐败掉。这是1590年我在安诺的亲身体会到的。船队停泊在亚速尔岛附近，几乎已有六个月了，海面大部分时间都是风平浪静，因而，整个海洋充满着各种各样的蛇鳗、蝰蛇和蛇，似乎很好看，有绿、有黑、有黄、有白，也有几色混杂，五彩缤纷。它们中有许多是活的，有的1.5米长，有的2米长。这些都是我从未见过的。简直使我不敢相信，但是，这些都是当时在场的船员亲眼共睹的，甚至使人们不敢用水桶打水，怕被玷污。"

所有这些成就和考察，以及说明当时大洋航行情况的故事，激励着17和18世纪的科学家和有成就者，从各方面对传说中的大洋作进一步的研究。

17世纪，英国人R. 玻意耳，物理学上著名的玻意耳定律的创始人（该定律说明，温度恒定时，气体的体积与压力成反比，或者说，当压力增加时，体积减少），致力于海水温度与"含盐量"的研究，但未获得成功。胡克定律（说明固体的应力和作用于它的拉力成正比）的奠基人胡克，改进了仪器的设计，把它用之于水深测量。1687年，牛顿爵士创立了数学原理，并在他的著作中，把万有引力用之于潮汐的研究。在十七世纪初叶以前，伽利略和开普勒已对潮汐与地球、月球及太阳的运行轨道及转动的关系作过研究。但牛顿的"平衡潮理论"，对潮汐性质作了更精辟的分析，为以后整个潮汐研究工作打下了基础。

1682年彗星的发现者哈雷，于1700年率领第一条科学考察船"帕拉穆平克"号考察了南大洋。英国海军部曾委托哈雷考察麦哲伦海峡与合恩角（原文为好望角，有误。——译注）之间的火地岛海岸，"去测量磁偏角，并尽可能停泊在沿途岛屿之中"。1701年，哈雷对这一航次（在南大西洋被冰阻止于52.5°S）的观测作了记录，通过这次考察，他还发表了一幅磁变图。

然而，虽然在18世纪早期，当人们对海洋尚无很大兴趣时，就进行了考察和研究，取得了这样一些成就，但真正有组织地对世界大洋的研究，还是到18世纪后期才开始的。

首次把海洋学知识组编起来并付诸实用的是美国人B. 富兰克林。18世纪50年代，当他担任几个侨居地邮政局局长时，就考虑如何加快往返于欧美的邮件的传送问题。他听说捕鲸船利用湾流，加速了去欧洲的航行；返回时，走了另一条航线，避开了与湾流的逆向航行，船不致因而减速。就搜集了有关资料，发表了论北大西洋海流（他称之为湾流）的文章，引起了全世界的注意。多年从事远洋航行的商船船长，也开始研究湾流了，以求得最佳航线。富兰克林把这一航线绘在当时的海图上，为测温航海法提供了依据，他的这一航海法是以海流、水色和表层水温的观测为依据的[参见 "海图"]。

库克是最早的大洋探险家之一，于1768年起，在他的几次航行中都带了一位博物学家一起出海工作[参见 "库克，J."]。1768年，他环绕新西兰航行一周。1772—1775年，在他的第二次航行期间，他环绕南极航行，并发现了南设得兰群岛。在这几次考察中，库克在英国"努力"号船上，获得了第一批表层水温和深海测深（1219米）资料。由于他作出了这样显著的贡献，所以，后来许多船出海考察时，也都带一位或几位科学家一起工作。达尔文，当他随测量船"猎犬"号航行时，就起到这样的作用。根据在"猎犬"号上航行五年所取得的资料，达尔文提出了著名的物种起源理论。达尔文对海洋资料的搜集工作，是激起科学家和其他人们对海洋极大兴趣的重要步骤，说明只有系统地对海洋资料的搜集和研究，才能获得这些广博的知识。

19世纪，物理学家和数学家，如拉普拉斯、泊西阿、开普勒和傅里叶，以及像埃伦堡、洪堡、胡克和奥

斯特等自然科学家，不论直接为情报贮备，或直接为发展现代理论、促进海洋研究，或提供这方面的背景材料，都作出了贡献[参见 "洪堡，A. v."]。

19世纪还取得如下一些进展，1807年，美国为改进近岸水域的航行，开展了海岸测量(即现在的海岸和大地测量)工作。后来，于1824年，为疏浚港口和航道成立了美国陆军工兵部队。1828年，成立了美国国务院，并把加强国家水产资源的保护和管理，列为国务院的法定职责之一。1830年，成立了海图和仪器供应站(后来为海道测量局，现在为海军海洋局)，专门为海军和商船提供海图和航路服务。1871年，成立了美国渔业委员会(后来为商业渔业局和竞技渔业与野生生物局)。

于1819—1821年期间，俄国海军上将别林斯高晋环绕南极航行一周，对该海区进行有价值的观测。英国的一位船长G. 鲍威尔也曾这样做过。1821年，他的主要任务是捕捞海豹，在去南极的航行中，观测到有一层暖水位于表层冷水层之下，这正好与北极情况极为相似。1823年，另一个英国海豹猎手J. 威德尔，向南极航行到远达74°15'S的地方，也观测了这一带的水温。1829年，英国的J. 艾特斯，当他随同美国船长彭德尔顿和N. 帕尔默的一次航行之后，编写出南设得兰群岛的自然史。他发现了一些甲壳动物的新品种和一种海蜘蛛，并认识到冰山可以把岩石碎片搬运到远离源地处这一事实。大约在同一时候，E. 福布斯总结了自己海上的工作，绘出一幅海洋植物和动物的地理分布和垂直分布图。

1800—1870年间，其他很多人，尤其通过他们所做的海洋考察和系统观测工作，为开始阶段中期的海洋学作出显著的贡献。例如，经验性资料的搜集和分析是任何科学的基本要求，任何合理的认识都离不开以C. 威尔克斯和M.F. 莫里为代表的先驱者对海洋学的贡献[参见 "莫里，M. F."]。

C. 威尔克斯是1833—1837年间美国海图和仪器供给站的总负责人，他所指导的测量工作，据1837年供给站颁布，已达到最高峰，第一批海图有的已在美国出版。1839年，美国国会批准一项国家科学调查，威尔克斯任总指挥，这次调查历时4年，负责"太平洋和南方水域的考察和测量，以促进商业和航海事业，扩大科学知识……"。由于这次调查研究得很详细，为美国海洋知识的系统化做了很大的贡献。

另一位对海洋学起着重要、长远的促进作用的是美国海军的M.F. 莫里。他因在船上受了伤，不能继续在海上从事海军职业，就开始利用军舰和商船系统地搜集海流、天气、风的资料，并从船上的航海日志中寻找其它有用的资料。他所编的海图和海员通告，立刻得到全世界海军和商船的欢迎和应用。1855年，莫里编著出版的《海洋自然地理学》一书，更得到全世界广泛的赞扬。莫里后来的一些发现和研究工作，对他过去所做的许多结论又作了些修正，但是，他首创的系统的资料整编和使用方法，却为系统而严密的海洋科学奠定了基础。

把海洋学引入大学教程的先驱者，是莫里的同辈人L. 阿加西斯(1807—1873年)[参见 "阿加西斯，L."]。1848年，阿加西斯从他的祖国瑞士来到哈佛大学，在那里，他为美国海洋科学的发展做出了重要的贡献。他对海洋生物和地质学方面都有广泛的兴趣。为了创办夏季海洋生物学院，阿加西斯教授在马萨诸塞州布兹扎德斯湾的皮尼克塞岛上度过了他的晚年。1888年，主要是由于他的努力，在马萨诸塞州建立起了伍兹霍尔海洋生物研究所。

到19世纪的70年代，海洋学进一步得到非常振奋人心的发展，这是由于英国调查船"挑战者"号，从1872年到1876年，进行了著名的考察。在W. 汤姆森的科学领导下，这是第一次真正的海洋调查。这次调查共航行了11.1万公里，观测了362个海洋测站，采集了生物种类、海水和底质的样品，观测了海流和水温。J. 默里爵士根据这些资料，写成了"挑战者"号调查报告，总共用50卷的篇幅描绘出大洋洋盆的主要轮廓，提供了大量过去不知道的引人入胜的海洋生物情况。这个报告还使人们对海洋的重要性有了广泛的了解。但是，在默里的工作之后，尚存在着一些缺点，再次说明，对有素养的海洋工作者和科学家来说，应如何更广泛、更有成效地搜集大洋资料呢?

此后，对大洋研究的兴趣变得更为广泛了。例如，在美国，史密斯家尼安研究所开始鼓励自然科学家去承担美国渔业委员会(美国鱼类和渔业委员会于1882年建造了第一艘深海考察船"信天翁"号，船长71米)的研究任务；美国海军进行了太平洋测量；美国海岸和大地测量局，于1885—1889年，进行了湾流流速和温度分布的海洋调查。

如上所述，美国第一个海洋研究室是1888年建立于马萨诸塞州的伍兹霍尔，1930年，正式发展成为伍兹霍尔海洋研究所。1892年，在加利福尼亚成立了斯坦福大学的太平洋园林海洋站。1905年，成立了圣迭戈的海洋生物协会(即现在的斯克里普斯海洋研究所，1912年合并成为加利福尼亚大学的一部分)。同在这个时代，意大利在那不勒斯成立了动物研究室。所有这些都是最初的生物实验室和渔业站，到相当晚的时候，才建立起研究大洋物理、化学和地质的海洋研究所。

到十九世纪后叶，美国和欧洲海洋科学家的小型团体之间，建立了合作并密切了国际联系。而且，海洋仪器和技术方面也得到了创新和改进。1902年，北欧国家成立了海洋考察国际委员会，解决急需的海洋生物学问题，以协助促进海洋渔业的发展。最后，斯堪的纳维亚的海洋学家埃克曼、桑斯特罗姆、赫尔兰特—汉森、皮叶克尼斯和南森等人，对海洋学的理论和仪器的发展，都作出了重大而具有深远意义的贡献[参见 "南森，F."]。

20 世纪，由于 1921 年在摩纳哥成立了国际水道测量局，使各类海洋情报资料的交换走向正轨，并导致海洋国家海道测量和制图工作的互相协作和标准化。

在第一次世界大战时期，这方面的进展，在数量上虽不多，但强调了海洋知识的重要性，促进了各种海洋调查的开展。例如：荷兰的"斯内吕斯"号船(1929—1930 年)、美国的"卡内基"号(1927—1929 年)、丹麦的"丹纳"号(1920—1922 年)、挪威的"莫德"号(1918—1925 年)、德国的"流星"号(1925—1938 年)和摩纳哥的"安妮公主"号(1922 年)等，都是这个时期的几次著名调查。

20 世纪 30 年代，另一次世界大战爆发的可能性，引起了"主动"式回声测深工作的发展(所谓"主动"式，是指从潜艇或海面船上发出一个声信号后，再收到目标物的回声)。当海洋的研究还只局限于防御的目的时，海洋学的确能从声呐的研究和发展，得到一些附带的好处。

二次世界大战期间，海洋学以及如何用它来解决防御上的急需问题，就成为头等重要的事。初期，迫切需要开展各种海洋研究，但由于 30 年代受过训练的海洋学家为数不多，因而，从其它学科转过来了一些科学家和工程师，使海洋学的队伍扩大了。战后，他们中许多人仍与世界各地的海洋研究保持着联系。

考虑到过去，1960—1970 年期间所取得的进展，可以认为是最重要的转折点，或者说是海洋科学纪元的真正开始。

1960—1966 年期间，建造了 20 条新的海洋调查船，并已交付使用，建立了 8 个新的研究室(所)，并有 50 所美国大学和学院设有海洋学课程。

在教育方面，美国政府支持技术领域训练和教育的政策，大大加强了海洋科学。在这以前，这些科学的专业人员约不到 600 人，1961 年，开始实行扩大各大学师生队伍的政策以来，到 1967 年，专业人员已增到 2600 人，约有 1000 人参加了海洋科学专业课的学习，使开设海洋课程的学院和大学的数量增加了。此外，1966 年的国家海洋资助金大学和计划条例，计划进一步加强海洋学和海洋工程的基础训练和研究[参见 "海洋补助金计划"]。总之，海洋补助金法规(1966 年 10 月 5 日签署的法令)，为高等院校公办和私人办的研究机构、研究所和有教育职能的研究室、应用研究以及为海洋资源开发的情报资料转让，预备资金和契约。

1960 年，海军水道测量局成立了国家海洋资料中心，负责海洋资料的搜集、处理、保管，并为教育、科研和商业各方面提供服务。不久，水道测量局改组为海军海洋局，并将海洋局的仪器处改建成海军海洋仪器中心，后来，又改为国家海洋仪器中心，把任务扩大到建立海洋装备的标准，为政府和工业部门进行仪器测试工作。

在国际上，建造了好几条海洋调查船，并装配有现代化调查设备，如精确的助航设备、测深记录仪和实验室仪器等。

最近几年来(从 1970 年到现在)，海洋学已发生了许多重大发展。潜水器已成为大洋考察和开发的重要工具，其用途也在不断扩大。世界上已有可乘 70 人的潜水器用于操作，并且已作好准备，即可投入使用。世界上，完全或基本上从事于海洋学的研究所(室)已得到较大发展，在数量上也有增长，现将主要的研究单位列于后。

· 英国

国家海洋研究所

海洋生物研究所(普利茅斯)

渔业研究所(洛斯托夫特)

· 美国

伍兹霍尔海洋研究所(马萨诸塞)

斯克里普斯海洋研究所(加利福尼亚)

拉蒙特—多赫尔提地质观测所(纽约)

得克萨斯农工大学海洋系

华盛顿大学(西雅图)、夏威夷大学和俄勒冈州立大学的海洋研究所

迈阿密大学罗森斯塔尔海洋和大气科学学院(佛罗里达)

· 联邦德国

海洋研究所(基尔和汉堡)

· 丹麦

丹麦生物研究站(哥本哈根)

· 其它国家

其它欧洲的研究所，包括在卑尔根(挪威)、哥德堡和斯德哥尔摩(瑞典)、赫尔辛基(芬兰)、的里雅斯特(意大利)、沃尔姆莱(英国)、(摩纳哥)、巴黎(法国)、马德里(西班牙)、爱丁堡(苏格兰)、莫斯科(苏联)等研究所。另外，在东京(日本)、纳迈米奥和哈利法克斯(加拿大)和夏威夷还有一些研究所。

今日海洋学家的工作 在 20 世纪 60 年代的后期，美国著名的海洋学家 R. 雷维尔曾预言：

"在海洋学家尚未脱离物理、化学和生物学时，才能较好地从事科学研究。海洋学家们倾向于把自己看成是二等公民。他们是航海家，不如分子生物学家或物理学家那样体面光彩，因物理学家认为任何不包括基础物质的工作都是碌碌无为的。……但是，海洋学正在变化，它已成为富基础性、更为严谨、更着重于数学方法了。正如克莱门休亚对战争和将军的评论时说，交给海洋学家的大洋实在太重要了，他们必须抛弃旧的观念，不要像那些手持工会执照的人们那样把它看作是专利，而应成为实干的海洋学家。"

近十年来，由下列几方面表明，海洋学已更具有基础性，并已在化学、物理学、生物学、地质学、气象

学以及其它各个学科方面取得惊人的进步，而且已被海洋学家们在他们所研究的各个领域中都有所涉及和利用。随着科学技术的发展，如各种分析方法和设备的不断完善，材料的改进，各种新概念的涌现，计算机的应用和广泛的国际合作，这一切都对海洋学产生深远的影响。

为了洞察海洋学中五个主要方面的联系，下面分别对物理海洋学、海洋化学、海洋地质学、海洋生物学和海洋气象学作简要的阐述。

物理海洋学

从广义上讲，物理海洋学是研究世界海洋的热状态、动力状态及其物理特性的控制和世界各海洋边界的科学。因此，这些范围内的理论研究和实地观测，对于了解海洋的循环过程是十分重要的。波浪动力学、潮汐、海流、地震海啸、海水热力学、各种瞬态的海洋现象，如上升流、涡流，海水的物理特征，海水的光学和声学特性等各个方面的研究都为了解海水的运动提供了依据。

化学海洋学

化学海洋学相对于海洋学中其他分支学科是描述得较多的一部分，它主要研究和测定海水的同位素、元素和分子能级，或者说是研究海洋中有机物和无机物的组成，包括它们的特性、来源、构成模式及其在海洋地质、生物、物理、气象等领域中的作用。当前，海洋学范围以外的一些先进技术，例如中子活化分析、质谱仪、X 射线荧光分析、原子吸收光谱测定法、放射化学分析法等都被用来确定海水的组成，除此之外，各种各样的分析方法也广泛用于海水化学成分的测定。

地质海洋学

主要研究海洋沉积物和沉积矿床结构的物理性质、矿物学和化石遗迹。根据分析被海洋覆盖着的这些组成物的历史，人们可以推测地球化学的循环和生物进化的过程。显而易见，海洋地质调查研究对当前和将来的海洋工程，如海洋矿物开采、海上养殖、海上和水下平台的设计与构造、海底锚的结构、海洋能源开发和利用、水面舰艇和潜艇的航行等诸多方面都是最基本的要求。

通常，海洋地质学家搜集地质资料的传统方法是取岩芯。岩芯可以用金属管插进未固结的海底沉积物中获取。来自不同地层中的岩芯，为地质史提供了有用数据，如火山演化和冰河期方面的知识。也可以用抓斗式取样器获得样本，这种取样器可取出 283 升的海底物质。当取样器触到海底时，所安装的照相机启动并拍下海底沉积物和岩石的照片，然后取样器的抓斗抓取一些海底物质后自动关上，通过电缆上提和运移。海洋地质学的实践表明，它不仅与海底沉积物的研究有关，同时也与整个洋盆的结构有关。

近年来，由于各种仪器和设备的日新月异，极大地扩大了完成海洋地质调查的能力。在这些先进的设备中包括回声测深仪，磁力仪，重力仪，助航设备和下潜式装置，另外，化学、地质、生物等方面的一些最新分析方法也应用于沉积物的研究中。

生物海洋学

观察和了解海洋环境中活的有机体的各个方面是生物海洋学基本任务，其最主要的工作是研究这些海洋有机体的组织和生态关系。例如，海洋环境是怎样变化会影响到它们的分布、进化、习性、生命过程、资源，反过来，它们又是如何影响着海洋环境。海洋食物网或海洋有机体是如何形成、综合和在食物链中怎样吸取营养物质的研究；浮游植物、浮游动物、鱼类和海底栖居者的水平分布图和垂直分布图的确定；海洋生物生产力的动态变化和产生它们的因素等都是需要不断探索的课题。近代生物海洋学的主要成就包括，对海水环境中生化物质微量分析技术的发展和利用；在光合作用研究中放射碳的利用；依靠潜水、水下照相机和停留在下潜式设备舱中完成对海洋生物的观测；浮游生物网在取样和搜集方法上的改进和先进的水声设备的利用等方面。

海洋气象学

海洋气象学真正关心的是其基本概念和海洋学与气象学相互间的联系。众所周知，海洋对于世界天气和气候起着决定性的作用，因而海洋气象学特别重视海水和大气层交界处各种现象的相互影响及热量和水蒸气交换的研究，其中所研究的主要方面是风生环流图、风暴的温度和压力间的关系、天气变化、能量转换、影响天气和气候的小扰动及其他一些问题。海洋气象学最新成就的标志是人造卫星和航空遥感的应用。利用这些先进设备的优点是覆盖范围大，比利用水面舰艇测量海洋特征要经济得多。此外，利用这些设备还可以直接收集到从海面到几千英尺高的大气悬浮物，以用先进技术进行痕量元素、卤素的分析和测定海水与空气间有机化合物的粒度级，所有这些分析，极大地帮助了人们了解海洋和大气间的交换过程。此外，有机质薄层的研究，对于海表面气泡的形成和破碎，以及分析进入大气层的物质方面，也是不容忽视的一部分，很可能这种表面的有机质薄层会影响蒸发过程、动量交换和海气交界处的辐射传输。

一些主要的历史事件和对海洋学的贡献

公元前 7 世纪

腓尼基人作为伟大的海上贸易者航行于地中海并在这一地区建立了繁荣的商业基地。

公元前 611—547 年　哲学家阿那克西曼德（Anaximander）绘出了世界闻名的第一幅希腊地图。

公元前 4 世纪

公元前 384—322 年　柏拉图（Plato）的弟子、亚历山大（Alexander）大帝的导师亚里士

多德(Aristotle)发表了一系列论著，在这些论著中对各类海洋动物都作了描述，并把它们划归为不同的纲。

公元前3世纪

公元前约240年 希腊的天文学家、地质学家埃拉托色尼(Eratosthenes)提出了地球周长约为40000公里。

公元前287—212年 希腊物理学家提出流体静力学原理。

公元前1世纪

公元前约100年 波西多尼斯(Poseidonius)测量了萨丁尼亚岛附近的海洋深度为6000英尺。

2世纪

150年 托勒密(Ptolemy)在他的《地理学》一书中绘出了世界实际的地图，并指出地球是个球形体。

11世纪

约1000年 北欧海盗航行到冰岛、格陵兰和北美洲。

15世纪

1416年 葡萄牙航海家亨利王子建立了一所航海情报资料中心。

1482年 达·芬奇(Leonardo Da Vinci)阐述了水和液体流的性质。

1492年 哥伦布航行到达美洲，伽马乘船绕过好望角。

16世纪

1513年 P.d. 利昂(Ponce de Leon)发现并描述了湾流。

1521年 麦哲伦航行于太平洋并试图完成深海测深。

1569年 荷兰地理学家墨卡托(Gerhardus Mercator)制成了独特的航海图，为推测航向和斜方位航行提供了方便。

1576—1587年 两个英国人M. 弗罗比歇(Martin Frobisher)和J. 戴维斯(John Davis)完成了几次航行，其成就是发现了西北通道(弗罗比歇：1576、1577、1578；戴维斯：1585、1586、1587)。

17世纪

1609—1610年 H. 哈得孙(Henry Hudson)在寻找西北通道时航行至哈得孙河并到达哈得孙湾。伽里略利用了望远镜光学系统，开辟了天文学和航海的新纪元。

1616年 W. 巴芬(Willian Baffin)发现巴芬湾。

1642年 荷兰人A.J. 塔斯曼(Abel Janzoon Tasiman)环绕澳大利亚航行。

1663年 B. 帕斯卡(Blaise Pacal)发表了流体静力学定律，指出，外部加在流体上的压强按其原来的大小由流体均匀地向各方向传递。I.S. 浮西阿斯(Isaac S. Vossius)讨论了北大西洋环流，并对顺时针方向的运动加以理论化。

1686年 E. 哈雷(Edmund Halley)在他的“赤道两侧信风和季风观测史的说明及其物理成因”的文章中阐述了主要海流的起始风系。

18世纪

1725年 C.L.F. 马尔西格利(Count Luigi Ferdinando Marsigli)写成了《海洋自然史》，在其中他描述了博斯普鲁斯海峡的流系。

1736年 C. 林奈(Carolus Linnaeus)建立了植物和动物分类的双名体系。

1738—1740年 D. 伯努利(Daniel Bernoulli)发表了“流体动力学”一文，详细描述了液体的静态和动态并首次完成了平衡潮的研究。

1752年 P. 布阿切(Philippe Buache)通过测深图证明，陆地与海底之间的地貌是连续的。

1768—1779年 J. 库克(James Cook)在这一期间完成了两次探险并环绕新西兰岛和南极洲航行，发现了桑德韦奇岛。库克在每次航行中都搜集了大量有关海洋方面的资料。

1770年 B. 富兰克林(Benjamin Franklin)汇集了各种资料后发表了论湾流的文章。富兰克林航海图是邮船横跨大西洋的最佳航线并为增强测温航海法的概念提供了依据。

1775年 M.P.S.d 拉普拉斯(Marquis Pierre Simon de Laplace)写出了关于潮汐的文章并提出了流体动力学方程。

1780年 H.B.d 索热尔(Horace Bénédict de Saussure)测量了地中海的温度梯度。

1783年 T. 厄恩肖(Thomas Earnshaw)制成新式天文钟。

19世纪

1802年 N. 鲍迪奇(Nathaniel Bowditch)写成《新美洲实际航行》一书；F.J.v. 格斯特纳(Franz Joseph von Gerstner)首次提出了深水表面波的概念。

1802—1804年 B.A.v. 洪堡(Baron Alexander von Humboldt)搜集了大量有关南美洲西海岸的海洋资料，1814年并对这里巨大的北向流作了描述。所以，虽然在现代科技术语中把这股北向流叫做秘鲁海流，但人们经常还称它为洪堡海流。

1818年 J. 罗斯爵士(Sir John Ross)为了采集深海生物发明了“深海钳”；为了测量深海温度，他还使用了自记式温度计。

1821年 W.C. 雷德菲尔德

(William. c. Redfield) 公布了关于西北大西洋飓风运动方面的工作情况，对潮汐和盛行流的研究作出了贡献。

1828 年　J. B. 梅里安 (J. R. Merian) 发表了关于静振的文章，指出：驻波的振荡周期可在几分钟到 1 小时或更长时间范围内变化，但是总是稍小于潮汐周期。

1835 年　科里奥利 (Gaspard Gustave de Coridis) 发表了关于在旋转着的地球上液体运动的论述。

1839 年　J. C. 罗斯爵士 (Sir James Clark Ross) 完成了好望角外深海 (2677 寻) 的深度测量。

1840 年　C. 惠斯通爵士 (Sir Charles Wheatstone) 首先提出横跨多佛尔海峡进行英国和法国之间的电话连接的设想。

1844 年　美国海岸与大地测量局局长 A. D. 贝奇 (Alexander D. Bache) 直接指挥了关于湾流的调查。

1850 年　两个挪威人迈克尔 (Michael) 和 G. O. 萨尔斯 (G. O. Sars) 首次采集到深海海洋生物。

1855 年　M. F. 莫里 (Matthew Fontaine Maury) 出版了《海洋自然地理》这部关于海洋学方面的名著。

1856 年　W. 费雷尔 (William Ferrel) 发表了"海洋风和流随笔"，在这篇文章中，费雷尔阐述了风生海流的分布和地球的旋转对风生海流的影响。

1857 年　L. 开尔文 (Lovd Kelvin) 发表了"液体温度随压力的变化而变化"的论文，并在此文中论述了深海的绝热温度梯度。

1865 年　J. G. 福奇汉梅尔 (Johann G. Forchhammer) 分析了从某些地区采集的海水样本，发现不同地区的海水，其组成离子比是略有不同的。

1866 年　N. 鲍迪奇写成《新美洲实际航行》一书。

1868 年　C. W. 汤姆森爵士 (Sir Charles Wyville Thomson) 和 W. B. 卡彭特 (W. B. Carpenter) 在英国的"闪电"号 (Lightning) 和"豪猪"号 (Porcupine) 船上进行了海洋学研究、温度观测和深海捕捞，领导了 1872—1876 年的"挑战者"号科学考察，这些考察标志着科学海洋学的开始。

1872 年　A. 多恩 (Anton Dohrn) 在意大利那不勒斯港建立了第一个海洋生物站。

1873 年　L. 阿加西斯 (Louis Agassiz) 在接近美国科德角的皮尼克塞岛 (Penikese) 上，建立了一个海洋生物站。

1874 年　J. 克罗尔 (James Croll) 发表了一篇有关海流的文章，阐明海流是太阳的热量转换成了海洋运动的结果。

1877 年　A. 阿加西斯 (Alexander Agassiz) 利用"布莱克"号 (Blacks) 船在加勒比海和墨西哥湾进行了极有价值的海洋调查。以后，他又用为海洋学研究而设计和建造的第一艘调查船"大西洋"号，对加勒比海、墨西哥湾及太平洋再次调查。

1884 年　W. 迪特马 (Wilhelm Dittmar) 证明海水基本离子比是不变的，并可用测定氯离子来估计海水的盐含量。

1886—1889 年　俄国"勇士"号在 S. O. 马卡洛夫 (Stepan Osipovich Makaroff) 的指挥下，完成了环球航行，并进行了北太平洋海水温度和比重的测量。

1889 年　德国浮游生物考察计划对海洋生物进行了富有价值的调查。

1892 年　英国人 E. W. L. 霍尔特为了获得有关鱼类生物学的基本知识，对商业性捕获的鱼类进行了系统的研究。

1893 年　挪威探险家 F. 南森 (Fridtjof Nansen) 乘"弗拉姆"横越北冰洋，完成了海洋学调查和极地冰盖的观测。

20 世纪

1902 年　北欧国家组成了国际海洋考察委员会，以便管理海洋鱼类资源，解决海洋生物面临的危机。

1903 年　M. 克努森 (Martin Knudsen) 发表了一篇论文，在此文章中把不同盐度下的冰和海水的平衡温度列成图表。

1904 年　V. W. 埃克曼发表"地球旋转对海流的影响"一文，提出了著名的埃克曼螺旋和埃克曼传输的概念。

1905 年　斯克里普斯海洋研究所在美国加利福尼亚成立。

1909 年　A. 莫霍 (Andrija Mohorovičic) 发现欧洲中心地壳外层下的地震波波速有较大的不连续性。

1912 年　A. 魏格纳 (Alfred Wegener) 提出大陆漂移理论。

1920—1922 年　丹麦"丹纳"号首航，取得了有关深海动物的重要资料。

1924 年　德国"流星"号巡航大西洋，这次航行对海洋化学有关方面有许多重要的发现。

1926 年　H. U. 斯维尔德鲁普 (Harald Ultik Sverdrup) 发表了"北西伯利亚陆架的潮汐动力学"一文，阐述了潮汐作为摩擦因素和地球旋转偏移力的函数的特征。

1930 年　伍兹霍尔海洋研究所在美国马萨诸塞州建立。

1932 年 A. 德范特(Albert Defant)阐述了地球旋转对自由和强制内波的影响。

1934 年 W. 毕比(William Beebe)和 O. 巴顿(Otis Barton)乘潜水球下潜到 914 米以下。

1937 年 C. E. R. 迪肯写成《南大洋水文学》一书。

1943 年 J. Y. 库斯图 (Jacques Yves Cousteau) 和 E. 加奈 (Emile Gagnan) 发明了"斯库巴"(自携式水下呼吸器)。

1946 年 H. 赫斯(Harry Hess)描述了太平洋平顶海山。

1946 年 B. 库伦堡(Börje Kullenberg)发明和试验了活塞式取样管，并取出了位于海底之下 21 米处的沉积物。

1947 年 H. 尤里 (Harold Urey) 提出利用氧同位素比确定海洋沉积物年龄的方法。

1947—1948 年 瑞典船"信天翁"号完成环球航行，并报道了关于地质学方面的一些新发现。

1950—1951 年 丹麦船"铠甲虾"号在进行全球海洋调查中，主要工作集中在深海拖网取样。

1951 年 美国地理学家 T. 克伦威尔 (Townsend Cromwell) 发现并研究了大西洋巨大的次表面流(克伦威尔海流)。

1952 年 B. C. 希曾 (Bruce C. Heezen) 和 M. 尤因 (Maurice Ewing) 发表了"混浊流、海底滑移和 1929 年格兰德滩大地震"。

1952 年 R. 雷维尔 (Roger Revelle) 和 A. E. 麦克斯韦 (Arthur E. Maxwell) 指出，通过海底的热量传输近似等于通过大陆地壳的热量传输。

1955 年 J. C. 斯瓦罗 (John C. Swallow) 发明了声信号系统浮子，这种浮子可跟踪开阔海域中深海流。

1957 年 美国和英国海洋科学家使用斯瓦罗浮子，发现了南向次表面漂流位于湾流的下面。

1958 年 美国核潜艇"鹦鹉螺"号和"鳐"号航行到达北极，搜集到许多关于北冰洋和冰盖的资料。

1960 年 美国海军的 D. 沃尔什 (Donald Walsh)和 J. 皮卡德(Jacques Piccard)乘"的里亚斯特"深潜器，在查林杰深渊下潜到 11 公里的深度。

1959—1966 年

- B. 希曾，M. 撒普 (Marie Tharp) 和 M. 尤因根据多次航行所积累的资料，描述了 62400 公里长的洋中脊。
- H. H. 赫斯提出海底扩展的概念。
- F. J. 瓦因 (F. J. Vine) 和 S. T. 威尔逊 (S. T. Wilson) 结束了靠近温哥华岛的测量；J. R. 海尔兹勒 (James R. Heirtzler)、W. C. 皮特曼 (W. C. Pitman)、G. O. 迪克森 (G. O. Dickson)、X. L. 皮奇奥 (Xavier Le Pichon) 完成了对太平洋、大西洋和印度洋的海上测量，进一步证实了海底扩展的概念。
- R. G. 梅森 (Ronald G. Mason) 和 A. 罗菲 (Arthur Roff) 发现海底大规范内有长且平行的磁化带。而且从一个磁化带到下一个磁化带，极性相反。
- A. 考克斯 (Allan Cox)、G. B. 达尔林普尔 (G. Brent Dalrymple) 和 R. R. 多尔 (Richard R. Doell) 提出利用放射性同位素确定地球年龄的方法，指出，地球磁场在 3.6 亿年前就具有不同的极性。
- 美国海军 SEALABI 计划论证了饱和潜水的可行性及潜水员在水下装置中完成工作的可能性。
- 热带大西洋国际合作调查 (ICITA) 是一次由一些国家合作的国际调查，由 7 个国家共同完成。
- 国际印度洋考察 (IIOE) 是 70 年代开始的第一个国际海洋十年规划。
- 美国政府通过了海洋资源和工程发展法，制定了海洋补助金计划。

1966—1979 年

- 美国国家海洋和大气局 (NOAA) 成立。
- "格洛玛·挑战者"号钻探船的工作对海洋学各个方面产生了巨大的影响，深化了对大陆漂移、深海地质等有关方面的认识，促进了海上钻探的发展。
- 国际海洋调查十年规划是一个主要的海洋研究计划，它的许多重要发现，基本上改变了关于海洋现象的一些固有观念。
- SEASAT－A 是第一颗用于海洋环境监测的人造卫星。这颗人造卫星是由美国国家航空与航天局发射的，尽管它运行的时间较短 (90 天)，但它却完成了各种预计任务，搜集了大量资料。

海鲈鱼(SEA BASS)

见"石斑鱼"。

海蠕虫(SEAWORMS)

或环节动物海洋蠕虫，是环节动物门中 (Annelida)，许许多多种长长的体软而分节的动物，首先是多毛类 (Poly－Chaeta) (意思是许多刚毛或鬃) 这一大纲。包括大约 68 科，1600 属和 10000 多种。

海蠕虫分布于全世界所有海洋栖息地，几乎所

有这些科往往在任何主要地理区域都会有其代表。这些动物大多数是自由生活的，虽然一些是共生动物，并且与其它海洋生命在密切结合中生活。生殖是很复杂的，可以是有性的，也可以是无性的。

海蠕虫或多毛类，长度变化从裂虫类(Syllids)的不到1毫米，到矶沙蚕(Eunicea)(岩蠕虫)和天仙虫科(Amphinomidae)[游走类群(Errantia)]的大约3.65米不等，其中大多数的体两侧都有一排刚硬呈丝状的几丁质短毛。某些这种动物在受到任何接触或刺激后，其短毛竖直起来，蠕虫收缩，并出现一个自卫武器——细小的枪对着入侵者。纤细的短毛刺入碰到它们的人，很难从皮肤中取出来。首先产生的是一种灼痛感，随后，此区域发烧并可肿胀或变得麻木。其它蠕虫类，具有一个有力的颌，它给人的痛疼的咬伤，在岩石或珊瑚下面可能遇到这些蠕虫。

这些类型有代表性的种类是：

• 毛蠕虫(*Eurythoe complanata*)见于墨西哥湾并遍及所有热带太平洋地区。

• 血蠕虫[双鳃吻沙蚕(*Glycera dibranchiata*)]见于美国大西洋沿岸，并向北进入加拿大海域。

血蠕虫可能咬透皮肤，也可能咬不透。叮咬处呈圆形，中心有个红点，环绕以苍白的区域，随后，发烧和肿胀，然后变得麻木或发痒。另一方面，与一个毛蠕虫接触会产生发烧、肿胀或麻木，这种感觉可能持续数天。

一些龙介虫或龙介科(Serpulidae)的成员[例如挪威盘管虫(*Hydroides norvegica*)和半殖虫(*Mercierella enigmatica*)]是建钙管的动物，它们把自己附着在舰船壳上[参见 “生物附着”]。

海下雪花(MARINE SNOW)

指在海洋中悬浮着的，活的和死的有机物以及无机物碎屑凝聚而成的物质，这些物质在象温跃层那样的密度界面处大量密集着[参见 “颗粒性物质”]。

海水养殖(MARICULTURE)

海水养殖[(有时称海洋饲养(sea farming)或海洋水产养殖(marine aquaculture)]是有组织地种植或饲养某些天然的海洋生物为获取收益和为人类利用。

在世界各地，海水养殖事业并不是新的事业，在印度洋—太平洋和欧洲国家可追溯到数世纪以前。但是按目前的方式进行海水养殖则是比较新的发展。这种发展致使经营养殖业的兴趣出现世界性的高涨。尤其是，积累科学知识；对世界人口来说，水产食品资源是一种日益重要的蛋白质储藏所迅速得到公认；以及在捕捞与养殖业上更好的经营管理与此兴趣是有关的。例如，美国在海洋补助金计划(Sea Grant Program)下进行的各项研究和开发工作和世界海水养殖学会(World Mariculture society)的工作对促进海水养殖的兴起无疑是起作用的。

海水养殖系统很多，并且各不相同，但所有的系统都有一个根本性的要求——需要一个规定的水环境以存放养殖的动物或植物。这一维持生命的环境的基本性状必须在养殖计划中加以考虑。基本性状包括温度，可获得的氧，可得到的食物，处理废弃物的方法和可利用的场地。关于场地或一定范围的限制，有许多复杂程度不同的方法可应用。这些方法包括从养殖在受控制的水域(在笼中)内到利用封闭的近岸区域、海湾和池塘，到在孵化场内生产幼鱼[参见 “海湾”；“河口”]。

当使用笼或箱养殖时，生物是养在圈围起来的场所(或喂食地)内，喂以配制的食物直到它们长到可出售的尺寸。对于这种养殖温度调节是非常重要的，温度既要低，以减少疾病的蔓延，但又要足够温暖，以求在经济的时框子内增进生物的生长。系统内的水必须以高的流速供应，其目的是为了提供氧和处理排泄物、其它废弃物以及细菌。

在所谓放牧系统的场合，场地并不是主要的问题，因为这种养殖是在象带有闸门的，有潮水的塘内进行的一样。在这些地方饲养是由天然的食物组成，那里生长着小鱼、小虾和各种软体动物[参见“软体动物”]。为了保证给这个系统供给适当的氧和充足的食物，必须定期引入新的营养丰富的水。贝类如贻贝，大量在海湾内生长。它们吃浮游生物，并在从浮动平台或筏上悬挂下来的绳上繁殖。

关于饲养大西洋鲑(*Salmo salar*)，一些国家，特别是美国和英国应用了两种养殖系统。一是海洋放牧，利用鲑鱼的本能回归习性。鱼在短期内，在仔细的控制之下于孵化场内孵化和饲养，然后放到野外去生长。当它们即将产卵时，鲑鱼返回到它们出生的孵化场，然后它们被捕获。第二种养殖系统是是箱养，鲑鱼如大鳞大马哈鱼(*Oncorhynchuc tschawytscha*)是养在漂浮的箱和咸淡水池塘内。

只有在日本，海水养殖已发展到对数种不同的有鳍水族进行商业性的养殖。但大部分是淡水鱼，少数已在养殖的，除鲑鱼之外，还包括黄条鲕(一种鲭鱼类的鱼与紫鲕有亲缘关系)，河鲀，黑鲷和真鲷以及其它鱼类，其中包括现在正在试验中的金枪鱼。

在世界各地，有几种其它品种的有鳍水族(如东南亚的遮目鱼，日本的黄条鲹和鲷，苏联的白鲑与鲟鱼)也在有系统地养殖(或者对它们的商业性养殖方法正在研究中)。

软体动物(蛤，牡蛎，和贻贝)的养殖是世界上最古老(也许是)也是最成功的海水养殖类型。在西班牙，贻贝是用筏子养殖的，日本也应用筏养殖牡蛎。在美国(如皮吉特海峡)和欧洲，从日本和朝鲜进口的牡蛎苗在孵化场饲养，并在特别挑选的生长区域内养殖。在所有的场合，软体动物以海水浮游生物为食物，贝类养殖的产量为从每公亩0.92吨到25吨以上。

甲壳类（如蟹、小虾和龙虾）是蛋白质的良好来源，1943 年以来，日本就进行车虾（*Penaeu japonicus*）的养殖。大量幼体在控制的情况下饲养到幼虾，然后幼虾用来给大的咸水湖播种[参见"幼体"]。

目前，在一些国家正试验对虾的人工养殖，并已取得不同程度的成就。在菲律宾政府经营的孵化场养殖对虾（*Penaeus monodon*）的幼体，生产的幼虾供给沿岸咸水湖的所有者。在美国对对虾养殖也进行了大量试验工作。

所谓龙虾放养是指幼体和小龙虾在孵化场内养殖一段时间，然后将小虾放养到海洋的受控制的区域内。但是从生物学方面说，龙虾比之对虾更难养殖。龙虾的生殖率或生产力低，在行动上更凶狠，并具有地方性。由于龙虾在北欧和美国有很好的市场，价格很高，所以，龙虾养殖是这些地区的重要的研究课题。

除了少数例外，海洋中作为食物的重要植物是藻类。利用海藻的最早记录是在中国第一世纪的著作中。约在 1660 年，中国把海藻介绍给日本，因此，中国人和日本人仍然比其他国家的人民食用更多的海藻。日本人食用某些海藻正如美国人民食用番茄与莴苣一样多。虽然世界海洋中的植物比之大陆上的植物大约多九倍，但其中只有很少几种海洋植物（如大型海藻）现在是作为食物利用的。美国在收获海藻以增补贝类和鲑的海水养殖方面做了一些工作。许多海藻以及最大的品种并不是富含蛋白质的，但是它们可作为调料和必要矿物质的来源，或作为工业胶质的来源，所以它对人类仍然是有价值的。另一方面，微型海藻的蛋白质含量极高，遗憾的是它们在海洋中很稀少，因而这就排除了作为食物而采集它们。可以想像得到，养殖它们将对饲养动物，也可能对人类在蛋白质营养方面作出贡献。

总之，海水养殖工作的成功取决于许多生态学方面的因素如气候、潮水、盐度等。因此，在应用与实施上，根据地区和纬度的不同会有很大差异。此外，传统的食品嗜好和食物习惯各国不同。大多数海洋养殖计划的最终成功决定于明智的研究与开发计划。在和工程师与经济工作者紧密合作之下，在实验室和中间工厂规模下进行深入细致的研究是为工业化海水养殖提供坚实可靠的基础所必需的。这种研究不仅包括对养殖的品种作全面的生物学方面的研究——它们的生活史、发生学、环境耐受性（温度、盐度等），而且对营养，对人类作为食物、肥料、饲料等的利用——但也包括所需养殖设施的类型，单位面积的产量，和必须包括的市场销售和经济学也应作全面考虑。

为了发展海水养殖，必须对民用和工业污染予以控制，这是绝对无疑的，因为污染致使许多符合需要的地区会变成毫无用处。另外，污染物（如杀虫药）还会积聚在作为食物的生物中，并传递给在海洋食物链中较高级的动物。

海市蜃楼（MIRAGE）

见"蜃景"。

海百合纲（海洋齿）（FEATHER STARS）

见"棘皮动物"。

海洋工程（OCEAN ENGINEERING）

工程的分支，涉及到在海洋上和海洋中工作的建筑物、设备、工具和装置的设计、建造、维修和使用。下面是工程本身的现代定义：应用科学的成果，为了设想、目标和程序的创造、设计及实现，汲取和依靠所有的科学发现并提出数学原理的特殊用途作为工程的语言，以最有效的、最经济的和尽可能安全的方式为人类服务。

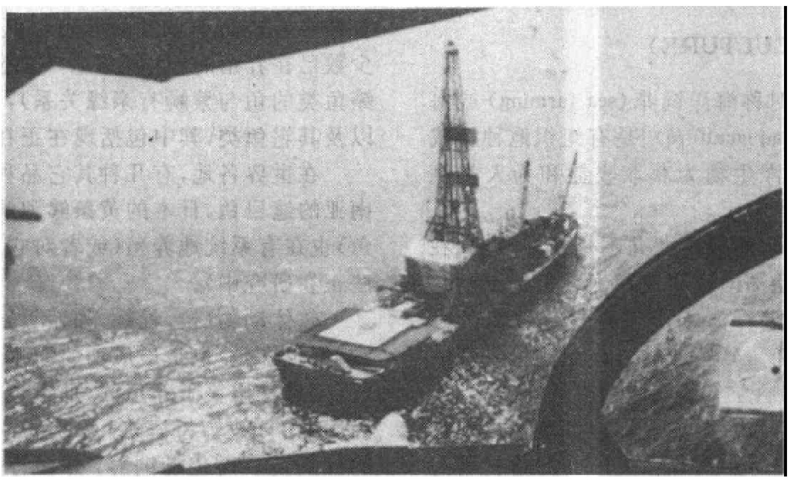


图 1　早在 1891 年，加利福尼亚沿岸已开始了寻找石油的钻探。图中这艘钻井船"沃德科 5 号"正在非洲象牙海岸附近进行钻探

在20世纪60年代，海洋工程作为一个新的术语已普遍使用。为了最有效地指导海洋上和海洋中的工程事业，它已同了解海洋环境活动联在一起，形成了几个工程分支。因此，海洋工程的广义分类包括轮机工程、造船工程、海岸工程和适于在海洋中特别是在深水中进行有效工作的各种其他工程门类。严格地说，轮机工程师是专业化的海洋工程师，他们专门致力于各种水面船舶和潜艇核动力与常规推进系统的设计、安装和运行。造船工程师则主要从事于各种水面船舶、潜艇、小船和游艇的其他方面设计。按照海岸工程师名称的含义，显然他们所做的是海洋边缘处的工程，建造各种海堤、码头、港池、防波堤、丁坝、护岸等[见 "海滩"]。

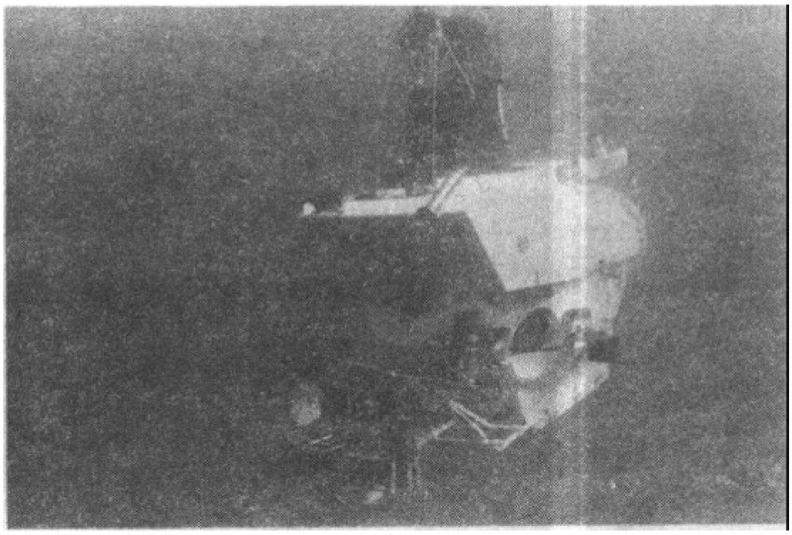


图2　伍兹霍尔海洋研究所和海军调查局所经营的调查潜水器"阿尔文"号，它的头部正向下对着探查区

历史　已知最早把工程知识应用于海洋方面的人是埃及人和腓尼基人。这些古代人曾建造和驾驶过各种船舶并在围绕他们的世界海洋各水域上航行。有了船舶，他们就必然地建造各类港口。一个著名的实例是埃及的阿—乌尔(A—ur)港(在尼罗河的坎诺皮克(Canopic)支流上)，它可回溯到公元前3000年。还有由M. 克里坦斯(Minoan Cretans)在公元前2000年建造在埃及海岸附近的法罗斯(Pharos)港。古代著名的蒂雷(Tyre)港约建于公元前1000年。到了公元前三世纪，希腊人和罗马人也建造了许多大港，而且罗马人还采用了一种用于基础和围堰的打桩方法，使用水硬水泥(火山灰)来建造混凝土海堤。

随着古代文化的衰落和中世纪的黑暗笼罩西欧，直到十六世纪，有记载的历史(公元9世纪北欧海盗的航海和1492年哥伦布航海成就例外)并没有记述这个时期内可以清楚分类的海洋上和海洋中工程的任何有意义事件。

然而，海洋的挑战促使16、17、18世纪一些有远见卓识的人们把他们的才能应用在海洋上工程的设计、施工和计划的创造上。在提到的少数代表人物中，第一个为大家公认的是达·芬奇(Leonardo da Vinci)，他是一个具有多种和非凡才能的人。在他的一些著名笔记中，论述了水的性质与其不可压缩性以及各种流体是如何流动的。大约在1500年，他设计了原始的潜水装备(包括脚蹼)，这种装备能使人们潜入水中并在水下停留一段时间。此外，他还绘出了几种皮革制潜水呼吸器草图和构思了潜水艇图样。关于后一点，他可能是从25年前制造成了潜艇的威尼斯人R. 瓦尔特里奥(Roberto Valturio)的工作中受到启发。

在詹姆斯一世(1603—1625)期间，住在英国的一位荷兰人范德雷贝尔(Cornelius Van Drebbel)制造了第一艘能工作的潜艇。即配备有"十二个人的划行动力"的德雷贝尔潜艇并在泰晤士河上工作了近十年之久。

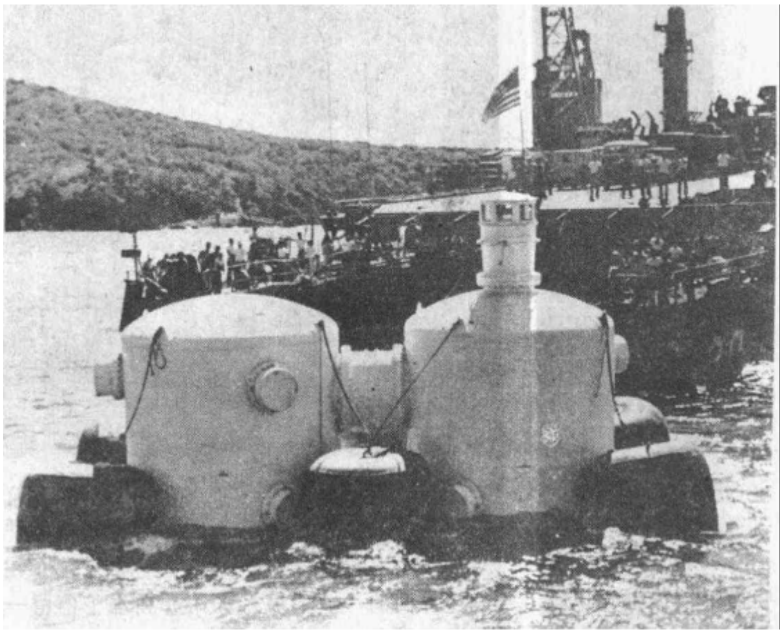
有些人认为，现代潜水之父应是英国人E. 哈雷，他因哈雷彗星而负盛名。1690年，哈雷建造了一个潜水钟，一个人在这个潜水钟中大约在18米水深处可停留长达90分钟的时间。在此以前，即1686年，哈雷还对各种风及其对主要海流的关系进行过系统的研究。

1774年，法国人A. 弗雷米南特(André Fréminent)受到德雷贝尔和哈雷这一工作的鼓舞，利用他自己设计的潜水钟，在法国勒霍恩(Lehorne)进行了一小时的下潜，下潜深度大约为15米。

1775年，当北美各殖民地反抗英国政府时，可以归类于现代海洋工程一部分的第一艘战争潜艇诞生了。由D. 布什内尔(David Bushnell)设计并取名为"特特尔"(Turtle)的这艘潜艇，首先使用了现代潜艇的原理，并且比最现代的水下研究运载工具还要

大。“特特尔”有水压载舱、水泵和两个用手操作的螺旋推进器，并携带一个装有67.5公斤火药的水雷。

19世纪初期，海洋工程的先驱者、美国的R.富尔顿(Robert Fulton)使用了布什内尔不用的场所，并设计了一艘类似的潜艇(通过齿轮用手操作)“鹦鹉螺”号，并改进了螺旋桨驱动的水下运载工具。这艘船有潜水翼和折叠式翼板，其铜外壳长6.4米，直径为2米，并有一个在紧急情况下可以丢弃的重龙骨。它的前端为半球形，装有玻璃观察窗和驾驶指挥塔。虽然富尔顿利用潜艇所做的试验是成功的，但令人沮丧的是，他的努力并没有得到承认，他感到这也是理所当然的。因而，他由此得出结论，在潜艇能用动力驱动以前，潜艇航行是不可能成为实用的。之后，富尔顿又继续设计了著名的轮船“克勒芒特”(Clermont)。



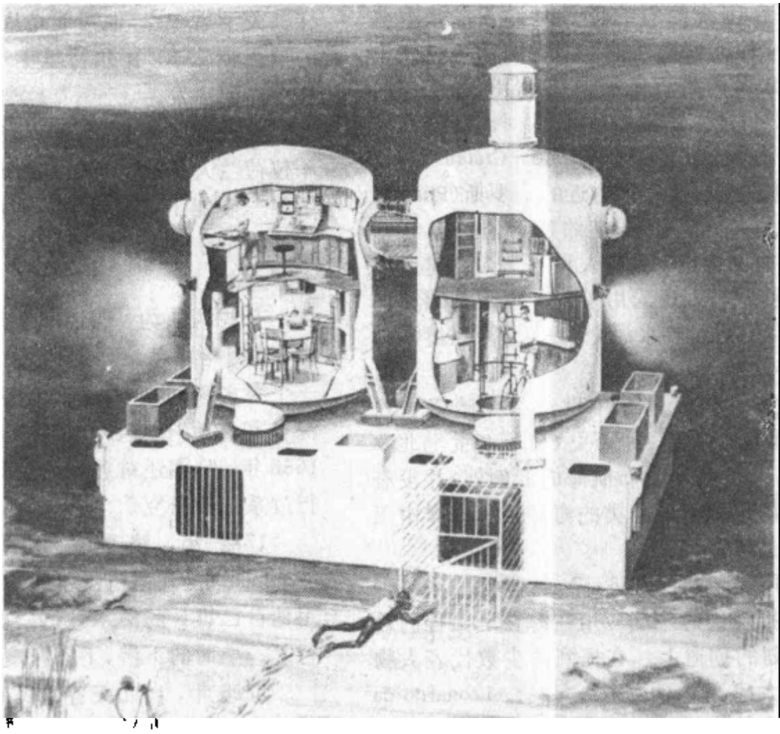


图3 4名海洋科学家从1969年2月15日开始，在维尔京群岛的圣约翰附近海底的“泰克泰特”居住舱中生活了二个月。其目的是：在海洋调查和研究中，长期停留在隔离和不利的环境下试验人的心理学和生理学的反应

为了继续富尔顿已停止了的潜艇方面的工作，19世纪初叶期间，欧洲和美国曾制造和使用了许多种潜水运载装具。1848年，德国人W. 鲍厄(Wilhelm Bauer)设计了"海上潜水员"号，而且这艘船曾用于反对丹麦人的战争中。19世纪70年代，美国海军购买了一艘名叫"聪明鲸鱼"号潜艇。在此之前，英国设计师怀南(Winan)建造了一艘侧轮动力潜艇。在这一整个时期，法国人设计并使大量潜艇下水，其中包括1886年的"电鳗"(Gymnote)号，这艘潜艇是电动力钢壳潜艇，它包含所有潜艇中最复杂的工程。

在所提到的并莫定了现代海洋工程基础的少数其他先驱者中，可以从N. 鲍迪奇(Nathanied Bowditch)的工作开始。1802年，鲍迪奇出版了他的《新实际用航海家》第一版[参见 "鲍迪奇，N."]。这本手册为今日的航海和绘制海图铺平了道路。同年，F.J. 冯·格斯特纳(Franj Joseph Von Gerstner)第一个发表了深水表面波理论。1818年，J. 罗斯(John Ross)爵士发明了用于深海中收集海洋生物的"深海夹钳"。M. 法拉第(Michel Faraday)发现了磁感应电流，并于1832年提出了电磁感应和通过地球磁场的海水作用，可以产生能量测的数字信号。法拉第是一位伟大的思想家和实践家，虽然他不是数学家，但他的一些设想表明了他是物理学几个领域中的先驱者，并在J.C. 麦克斯韦(James Cherk Maxwell)的著作中找到了数学表达式和实现方法。美国人C. 威尔克斯(Charles Wilkes)在他的1839—1842年航海中首次使用钢线进行海洋深度测量。英国人E. 福布斯(Edward Forbes)改进了博物学家罗斯的捕捞设计，并在马恩岛的海岸外和爱琴海中进行了大面积的海洋生物采集(1841—1854)。



图4 水下机械手臂利用简单的U型工具转动专门的阀门装置。此手臂可装置若干不同的工具完成多种水下工程作业

除了上述的这些先驱者外，人们普遍认为，最早对海洋学和海洋工程有实际贡献的人是海军少校M.F. 莫里(Matthew Fontaine Maury)[参见 "莫里，M.F."]。他的"海图"和"航海须知"在全世界海军和航海者中得到了迅速地普及和应用。莫里于1855年出版了《海洋自然地理》，并作为海洋的开拓者获得世界人们的称赞。另外，他为了帮助C.W. 菲尔兹(Cyrus W. Fields)的北大西洋通讯电缆工程，还进行的海底调查和研究。莫里不仅被认为是近代海洋学之父，而且在海洋工程方面也是一个重要的先驱者。

C. 惠特斯顿(Charles Wheatstone)爵士曾提出铺设第一条穿越多佛尔海峡连结英国和法国的通讯电缆的建议。十年之后，即在1850年，J.W. 布雷特(John Walkins Brett)和J. 布雷特(Jacob Brett)完成了第一条电缆的铺设。19世纪60年代，美国和欧洲的工程界通过在武器、潜艇技术、商业海洋捕捞、造船业、船舶推进器和航海技术等方面都有过贡献，例如，1886年，菲尔兹在莫里的帮助下，成功地铺设了第一条从英国到纽芬兰的通讯电缆。1876年，水下通讯电缆连结了法国和美国，印度和英国，澳大利亚和新加坡，巴西和葡萄牙。1921年，在佛罗里达州的基·韦斯特和古巴哈瓦那之间又有了水下电话电缆。

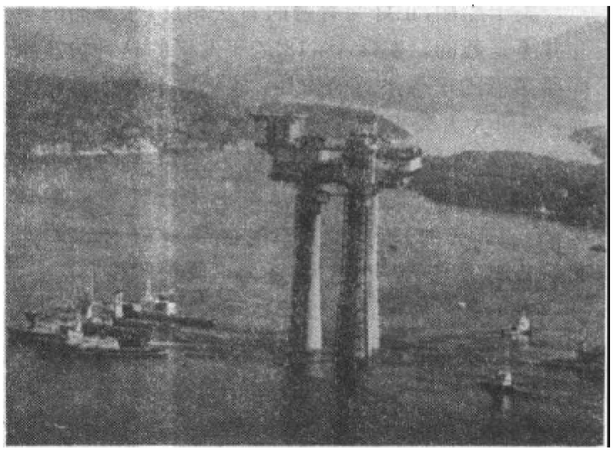


图5 拖轮组和拖运的浮体"布伦特B"号生产平台驶向北海的路上到达了斯塔万格(Staranger Fjord)峡湾

19世纪后期，在海洋学的测试仪器和技术方面进行了革新和改进。英国皇家海军的"挑战者"号的1872—1876年考察，调查了世界海洋的物理、化学和生物学等特性。根据这次调查中所应用的技术和取得的成果，J. 默里(Joha Murray)爵士发表了一部五十卷的著作。另一个新的测试设备的实例是1872年由W. 汤姆森(William Thomson)爵士提出的潮汐预测装置的设想。H.R. 赫兹应用法拉第电磁理论的马克斯威尔方程，于1887年用实验证实了该理论，并由此建立了无线电通讯和无线电导航的基础。

在那个时代，海洋工程的另一表现形式是早在

1891 年在加利福尼亚外海浅水水域中的试验性石油钻探。除此之外，19 世纪后期至 20 世纪初期，造船工艺有了改进，于是船舶的吃水线已超过了大多数港口的水深，这就迫使扩大疏浚实施以加深航道。

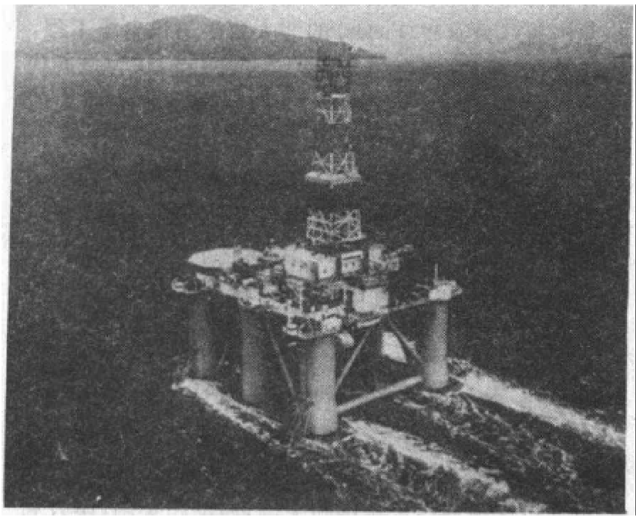


图 6 "阿拉斯加之星"号半潜式钻井平台，在阿拉斯加海湾首次进行勘探钻井作业

关于船舶，正好与普遍的看法相反，水翼船的概念并不是新的。实际上，1877 年发明的这种快速水面船舶借助于各水翼的支柱，能把整个船体举出水面，因而大大减少了推进时的摩擦力。水翼船的第一个专利曾授予法国人 C. 德·兰伯特（Comte de Lambert）。18 年后，即 1905 年，在意大利克罗科（Crocco）工作的 E. 弗罗拉奈尼（Enrico Frolcenini）也建造和展示了一艘时速为 72 公里的水翼船。接着，1919 年，著名的电话发明家 A. G. 贝尔设计并建造了一艘以飞机发动机为动力的水翼船，它达到了 114 公里/小时的"气垫"（pnenomenal）速度。

到了 1905 年，潜水艇在欧洲已成为普通的事物了。由于这个原因，英国人曾认为需要发展一些容许人们能从被陷捕的潜艇中逃脱的应急方法。R. H. 戴维斯（Robert Henry Davis）爵士完成了这样一种发明，他称之为 D. S. E. A.［戴维斯潜艇救生装置（Davis Submarine Escape Apprartus）］。

随后一些更显著的进展包括：1921 年回声测深仪的发明（使测定海洋大小和形状空前提高的一种方法）；1916 年，由美国电机工程师 H. 哈特曼（Harold Hartman）和 1923 年由鱼类学家 W. H. 朗莱（Longley）发明了水下遥控摄影设备（它对 1950—1965 年水下摄影机的发展奠定了基础。水下摄影是真实地获得任何海底画面的基本方法）；20 世纪 30 年代声呐的发展；20 世纪 20 年代，世界鱼类和贝类捕捞量的翻番（1900 年为 440 万吨）以及在加利福尼亚和路易安娜近海的石油钻探，在钻探过程中值得注意的是人们将陆地钻机应用于驳船上、码头上和平台上的创造才能。

在第二次世界大战前，海洋工程的发展主要包括下面一些传统的工程，如造船、海底电缆铺设、码头和防波堤的建造、桥梁的架设以及港口的疏浚。范围稍加扩大的工程有潜水艇、潜水器的建造和海洋捕捞设备。但是，所有这些应用在海洋中的工程和技术，尽管十分重要，但只是现代海洋工程的开端，因为这些工程通常是由对海洋复杂环境和独特状况了解很少的工程师们所完成的。

在第二次世界大战期间，几乎所有卷入战争的国家都被迫去设计和建造各种海洋建筑物和装备，因而在工程和海洋科学之间的知识差距变得十分突出。1943 年，美国政府为了尽力缩小这个差距，指定美国海军为所有军事服务部门提供海洋数据。海军水道测量局领导了这项工作中的主要部分，当然其中也有相当数量的工作是由各种大学按照合同或由政府其他机构完成的，这样，就使得发展许多海洋工程方面的协作成为可能。

战争结束后，人们逐渐注意到急需深入了解海洋的状况以及如何最好地利用工程原理获得各种潜在的利益，因此，完成海洋工程的更加成熟的方法显然预示着这种希望。

1960 年，两个事件为标志开始了现代海洋工程迅速发展的十年。这两个事件一是核潜艇"法螺"（Triton）号潜水环球航行；另一个是瑞士的 J. 皮卡得（Jacgues Piccard）和美国海军的 D. 沃尔什（Don Walsh），在海外把"德里雅斯特"（Trieste）号深潜器下潜到深度为 10848 米的马里亚纳海沟的底部。这两个事件表明，用优良的工程设计使人们长期生活在水下和利用一些仪器去观察海洋极深处的状况都是可能的。

当美国核攻击潜艇"长尾鲨"（U. s. s Thresher）号悲惨地沉没在 2800 米深的水中时，这就清楚地说明，人们对深水中潜艇的营救还是无能为力的。但作为结果，海洋工程工作的许多进展已经开始和实现。

然而，在 1966 年和 1968 年，接连发生的两起悲惨事件，再次给海洋工程的需求和更新带来机会。1966 年，两架美国空军的飞机在空中相撞，作为一次事故，当时的问题是怎样从西班牙的帕洛马雷斯（Palomares）水域中去定向和捞回沉没在这个水域中的一件无引爆装置的核武器。因此，妥善地处理这个问题导致了海洋工程的许多改进和发展。

正当这些改进开始的时候，1968 年 5 月，美国核潜艇"蝎子"（Scorpion）号又沉没在亚速尔群岛南部的海域中。在这里，搜索是相当困难的，但是，从"长尾鲨"号和帕洛马雷斯水域的搜索中所积累的大量经验充分证明，这种对主要部分的搜索是有价值的。人们利用新设计的海洋调查船"米赞尔"（Mizar）号在 3200 米的深处发现了"蝎子"号并拍摄了照片。

其后的成就包括近海石油平台的改进。20 世纪 60 年代的标准钻探设备是第二次世界大战期间那种大型固定式平台。它们常暴露在风暴条件下，其中很多是不坚固的，因而在风暴条件下难以幸存。所以，人们又为近海石油工业设计了若干种活动的起重式（自升式）钻机，并应用于遍及全世界的各个基地。与此同时，动力定位和非锚泊的钻井船也有了发展，例如出现了动力定位半潜式结构的平台，到 1977 年为止，建造了大约 400 座这类平台。此外，潜水器和自携式水下呼吸器（SCUBA）也被广泛地使用于海洋工程作业中。

海洋工程中的一些基础工艺问题　所有海洋中的设备或机械都是由构造（或材料）和外形（或设计）这两个基本部分组成的，因此，了解材料科学、海洋科学和工程之间存在的密切联系是十分重要的，而且，这些了解对所有海洋工程系统的成功具有决定性的作用。

海洋工程系统要求可靠的机械。它们要求构件材料能成功地承受 1—1000 个大气压的压力，水温从 −2℃到 38℃，还要经受各种侵蚀力和机械力以及生物侵袭的影响。材料必须在设计中予以考虑，而设计又必须以熟知的海洋条件和对付这些条件所要求的专门工程技能为基础。

海上机械材料在某些形式的侵蚀下会十分脆弱，例如，在张力的影响下，应力侵蚀使许多材料产生恶化。这种破坏形式对于在海水中应用的一些黄铜和钢的合金已是长期存在的问题了。

此外，水下机械的一些结构构件会以各种方式产生断裂，其中包括疲劳破坏、弯曲、应力侵蚀以及塑性或脆性断裂。众所周知，所有材料都有一个破坏点，在到达这个点这前，通过屈曲和伸长承受所有的应力，但以后会突然断裂破坏，电缆突然折断，管道断成两截，水下容器突然压裂。究其原因可能是侵袭材料内部结构的侵蚀所造成的。目前虽然人们在不断地研究，但研制具有更大抗裂特性或在未破坏条件下承受应力能力的材料方面，其成功的程度仍然是一个未完全解决的问题。而且对了解海洋环境如何影响大多数材料的断裂和疲劳，焊接件和叠合板又如何影响疲劳等方面的要求仍在不断增长。

不言而谕，处于海洋环境内部的任何物体，它们必须具有承受压力的能力。深度每增加 2 米，压力大约增加 1.9 牛顿/厘米^2。有趣的是，理论上人类能承受对他们身体表面的巨大静压力。但是，目前对压力和在水下高压条件下必须使用"惰性"呼吸气体（氮或氦）两者的影响还未完全弄清楚。

对于大量海洋机械的设计需要高强度密度比的材料（材料的密度是其单位体积的质量，或者密度等于用克数计量的质量除以用立方厘米表示的体积）。例如，通常使用的和研究用的水下运载工具，两者都要求其外壳材料坚韧和牢固（注意，这里用的强度有两个含意：韧性或未破坏条件下材料将承受的最大能量；未屈曲或经过塑性变形到略大于设计容许和可接受的范围内材料承受的最大作用力。）。可是对于运载工具，除机械的和居住的要求外，还应加上速度和续航力的要求，因此它还必须有适当程度的浮力。这样，壳体材料的选择必须考虑强度和浮力两个方面的要求。

静水压力主要表现为对水下结构物的挤压力或压力荷载。这一事实是导致许多类型的深潜水作业考虑使用各种脆性材料（如陶瓷和玻璃）的主要原因之一，因为这些脆性材料能承受较高的压力荷载。例如，当玻璃受压力荷载时，按其本身的性质，它是由于拉力（或纵向应力）而破坏。

在水下结构设计中，应避免上述的拉力荷载。这种类型的应力甚至可以在高压缩强度的材料中出现，它是由于船体构造加劲肋附近的局部弯曲，或者是由于材料本身内孔穴中的弹性变形引起的。此外，拉应力也可以由于压缩中局部塑性干扰而产生，或是静水压力同海洋中引起运动的动力因素相组合，在某些时候转变成了拉力。因此，要求海洋工程师必须设法处理海洋上的各种大气压力、水下现象和紊流等，此外，还应考虑水下地震和它所引起的成吨沉积物从"水下峡谷"壁上周期性坍落而产生浊流，浊流以很大的速度向海移动，并可以产生强大的机械力[参见　"浊流"]。

除压力之外，海洋中的温度可以在 −2—32℃范围内变化。在海洋中许多区域，占优势的低温会引起严重的潜水问题，因此这就要求在大陆架和远洋的勘探和开发中，必须用真正有效的绝缘材料制作自由游泳者所要求的湿式潜水服及干式潜水服。

海洋中的温度随着深度的增加而减小（在水深 183 米处，温度约为 20℃；在深度 1219 米处，温度约为 5℃；1219 米以下的深海区，温度约为 2.2℃）。温度超过 −2—20℃范围时，在材料的腐蚀方面必须考虑海水电导率几乎加倍这个重要因素。对于较高水温（15℃以上）条件下，腐蚀破坏、生物污损和海洋生物的侵袭对海洋材料有很大的关系。

附着在活动的或固定海上平台和建筑物上的海洋污损生物，对运输，增加了燃料消耗；对固定或锚泊的海洋建筑物，增加了水流和波浪的侧向阻力。考虑这些因素显然是十分重要的。此外，由于海洋污损生物能够破坏预防腐蚀的防护涂层，所以这一点也必须引起注意。

所有污损生物中最典型的是"藤壶"和"贻贝"，它们在很宽的温度范围内成群地生存（甚至有些藤壶的变种在较深的水中反而生得更茂盛）。在 2133 米深的印度洋中，海洋钻蛀虫类经常破坏铅包电缆。不同的水流、主要的食物供应、温度、含盐度、溶解氧浓度、pH 值和混浊度确定了在海洋中发现的其他类污损生物——水螅类、藻类、石灰质蠕虫、海鞘类等的种群密度。

一批较好的工程和科学知识并未完全协调水面

和海洋深处更有限地应用材料和结构。对一些材料的主要数据，是否能可靠地用于所有海洋中的各类结构物、运载工具和设备的规划和设计仍是有些问题的。

海洋工程大学 在美国和其他国家都有很多院校开设了关于海洋工程的科目。在美国，授予海洋工程方面学位的一些院校如下：

• 佛罗里达大西洋大学，佛罗里达州 Boca Raton（海洋工程理科学士和硕士）；

• 加利福尼亚州立大学，加利福尼亚州长滩（工程学中选修海洋工程的理科学士和海洋工业专业的理科硕士）；

• 美国海岸警备队学院，康涅狄格州新伦敦（海洋工程和轮机工程理科学士）；

• 马萨诸塞州理工学院，马萨诸塞州坎布里奇（海洋工程、造船学、轮机工程理科学士和海洋工程、造船学、轮机工程、造船管理博士和理科硕士）；

• 伍兹霍尔海洋研究所，马萨诸塞州伍兹霍尔（海洋工程学博士）；

• 罗得岛大学，罗得岛普罗维登斯（海洋工程理科硕士）；

• 康涅狄格大学，康涅狄格州斯托斯（Storrs）（海洋工程理科硕士）。

上面的这些美国院校是在海洋工程方面授予学位的主要院校。但是，许多学院和大学也准许在造船、轮机工程和海洋科学方面授予学位。

海洋工程方面的研究中心 在过去不几年内，现代海洋工程已有了迅速的发展，它独成一门学科，在其范围内包括大量不同的向海延伸的陆地工程，例如各种码头、桥梁、栈道、防波堤、丁坝、护坡、建筑物、动力和通信系统、运载工具、设备和装置等。鉴于此，新的海洋研究中心正在建立，而一些较老的海洋学中心正趋于在其海洋研究的主要领域中增添海洋工程方面的研究。在美国，少数有代表性的海洋工程研究中心为

• 佛罗里达大学工程和工业试验站海岸工程部（佛罗里达州盖恩斯维尔）

• 夏威夷大学工程研究中心（夏威夷，檀香山）

• 伊利诺伊大学民用工程研究室（伊利诺伊州，厄巴纳）

• 新罕布什尔大学工程设计分析实验室（新罕布什尔州，达勒姆）

• 罗得岛大学工程研究和开发处（罗得岛州，金斯顿）

• 华盛顿大学工程研究部（华盛顿州，西雅图）

• 威斯康星大学工程实验站（威斯康星州，麦迪逊）

• 伍兹霍尔海洋研究所（马萨诸塞州，伍兹霍尔）

• 斯克里普斯海洋研究所（加利福尼亚州，拉霍亚）

• 伊利诺伊工学院研究所（伊利诺伊州，芝加哥）

对进一步探讨具有国家或国际水平题目的海洋研究中心的读者，请分别查阅由高尔（Gale）公司 A. M. 帕尔默（Archie M. Polmer）1975 年编制的"研究中心姓名地址录"和 F. 霍奇森（Francis Hodgson）有限公司的"海洋研究索引。

海洋贝类(SEASHELLS)

一般是指海洋无脊椎动物中的有贝壳类，特别是海洋软体动物（如牡蛎、蛤这类动物）[参见 "无脊椎动物"；"软体动物"]。大约有一半的软体动物生活在全世界各大洋中，另一半则生长在陆地上或淡水里。

海洋贝类动物主要属于两大类：单壳类（腹足类软体动物或海螺）和双壳类（双壳软体动物和瓣鳃类软体动物），另外的类型是头足类软体动物，如鹦鹉螺和掘足类软体动物（大约 200 种）。

单壳软体动物（单壳类）大约有 80000 种（100 科），这些各式各样的海洋动物在形态和结构上千差万别，其中有蛾螺、芋螺、冠螺、凤螺、鲍鱼、笋螺等等[参见 "鲍鱼"]。其中许多种类可以食用或作装饰品。

10000 多种双壳软体动物中，大多数都是海生的。这些软体动物都有两个甲瓣并由一条角质韧带和一、两块肌肉铰合在一起。双壳类中具有代表性的动物是各种蛤类、牡蛎和扇贝等。

有些海洋贝类能够注射一种使人致命的毒素。毒性最大的软体动物是芋螺。大理石芋螺（*Conus marmoreus* 和 *C. marmoreus bandanus*）和织锦芋螺（*C. textile*）都是有毒的种类。这些动物的齿舌（radula）（纤细的呼吸管）已演化为细小的中空的倒刺。这种刺刺入受害者的身体，剧毒的液体就从刺内射出。

凤螺，象巨凤螺（*Strombus gigas*）的贝壳十分美丽。这种凤螺主要生活在深度不到 21 米的水草丛中。它那美丽的外形，色彩浓淡而闪亮的唇形花纹使得它成为收集者极为渴望得到的一种贝壳。这些贝壳可制成贝雕和精美的瓷样器皿。在巴哈马群岛和佛罗里达礁凤螺肉广泛做为食用。

鲍（*Haliotis*）是单壳软体动物，只见于美国和墨西哥的太平洋沿岸外海水域。这种动物的肉被认为是一种美味，它那多色彩的贝壳（通常是红色、粉红色或绿色）早就受到收集者的珍爱。而其珍珠质的衬层大量用作珍珠母。

一种罕见而美丽的贝壳是海蜗牛（*Janthina janthina*）的壳。这种离奇的动物的壳薄如纸，充满空气的空壳漂浮在水上。当它当中有软体动物时，则要靠一个平台（platform）或一大堆气泡支持才能继续浮在水面上。因为在壳内动物的重量足以使它沉入海底。这种气泡垫是由海螺沿水面伸展出来的足

形成的，它捕捉空气并给每一个气泡涂上一层粘膜。这样，几个气泡合在一起就浮起了螺壳。

另一种大海中的动物具有一种令人悬想和优美色彩的壳，这就是船蛸（*Argonauta argo*）。这种船蛸又常称为鹦鹉螺。与众不同，雌螺的壳既是藏身之处，又是孵卵的窝巢，还可以作为调节深度的水静力学器官。

海洋仪器（INSTRUMENTATION，OCEANOGRAPHIC）

在海洋学工作中，为了收集海洋环境样品和测量海洋中的生物学、化学和物理学的各种特性，以及海面上和海底下的环境特征而直接使用的仪器和设备。

为了完成上述工作而在系统中使用的仪器，可归纳为三类：(1)收集 (2)测量 (3)数据处理（或用计算机方法使测量信息可加以应用）。至于各种其他辅助工具（例如，船用装卸设备、校准仪器、浮标释放装置、助航设备以及用于仪器修理的某些器具等），尽管它们也用于海洋工作中，但严格地讲并不叫做海洋仪器。

收集装置的类型是很不相同的，它们包括着象这样一些设备：地质取样管、底质取样器以及为了采集海底部分样品的采泥器，用于收集浮游生物和自游生物及其他生物的各种网具、为了收集海水用的各种瓶子。历史上把这些有代表性的设备都归类为海洋仪器中的一个主要部分；而测量仪器主要是指参与测量到完成测量所用的收集和采样装置，它们都是一些仪器。实际上，在现代的海洋学工作中，任何仪器很少单独使用，而是设备中的一部分。例如，通常用计算机系统可以处理和简化大量测量数据，但有时它们又用于海洋过程的监视，利用这种自动记录和处理的方法就可以得出结论，并随时执行适当的实验修正动作。计算机还能使在海洋调查船上获得的数据能更快地服务于科学界。所以，数据处理系统在物理海洋学和地质海洋学中特别有用。

海洋学测量数据可来自(1)现场（在环境中），(2)水面船上或者在野外测量站（海洋平台），(3)陆上实验室。

海洋资料收集者和其使用者已识别出 120 多种海洋参数，这对于保证特殊的海洋学研究或与海洋有关的各类计划都是重要和必须的。目前，仅在美国各种机构和研究单位里，编人目录的海洋仪器就有 34 个类型 21000 多个。仪器数量上的激增和技术上的进步，没有一些历史前提是不可能发生的。早在古代，地中海的第一批航海者们就已经积累了测量和观测潮汐、海流、深度和其他海洋现象的大量资料[参见 “地中海”]。从过去到现在，相对地讲，最好的仪器往往出自少数航海者、远航的海洋学家和其他对观测世界海洋状况变化感兴趣的人们之手。

一些历史事例 这里给出几个例子说明这一点。我们从意大利 C.F. 马尔西格利（Count luigi Ferdinando Marsigli）的几乎不为人所知道但又有意义的工作开始。在 18 世纪初期，马尔西格利首先制造和使用了拖网，这种拖网跟今天用于从海底收集海洋动物的拖网相差还不算太大。为了测量黑海和博斯普鲁斯海峡的次表层流，他还制造了带有螺旋桨的海流计。

由英国皇家协会资助 J. 库克组成了一支著名的海洋科学考察队（1768—1771）在赴南太平洋的三次航海期间，使用了相当原始但又有效的一些设备，库克汇集了大量的关于那些海域的风、海流、温度的资料，并进行了 609 米以深的深度探测。在库克第二次航行时，J.R. 福斯特和他的儿子乔治（Georg）尝试进行了几次最早的深海探测，他们取得了成功，并从大约 1402 米深的太平洋海底取出了蓝色的泥浆样品[参见 “库克，J.”]。

德国人 A.v. 洪堡，在其同时代人库克和福斯特工作的鼓舞下，利用当时的仪器，对海洋学做出了一些显著的贡献。他用文件将他对海流的观测测量值记载下来（南美西海岸外的海流通常叫做洪堡海流），提供了关于海洋生命和热带风暴潮的资料，并绘制了西半球的火山图[参见 “洪堡，A.v.”]。

英国的著名博物学家 C. 达尔文为了收集浮游生物，发明并在英国皇家海军舰队南美探险队的“猎犬”号（H.M.S Beagle，1831—1836）上使用了拖网。达尔文在海洋生物学方面的工作和他的珊瑚礁形成理论是海洋学研究的里程碑[参见 “达尔文，C.”]。

1839—1842 年，由 C. 威尔克斯（Charles Wilkes）领导的美国探险远征队使用铜线进行南大洋深度的探测，这种方法比之以前用绳子测探，显然是前进了一步。

伟大的美国人 B. 富兰克林对了解各种形式的自然现象具有强烈的兴趣，他开展了[在美国捕鲸队长 T. 福尔杰（Timothy Folger）的帮助下]北大西洋表面海流图的工作。他在十八世纪后期的这项工作中，使用了橡木制的提桶，借助于简单的温度计进行海水温度的取样。这个方法几乎保持了 200 年之久，至今无本质的改变。

英国人 E. 福布斯（Edward Forbes）在海洋学方面，尤其是海洋生物学领域，做出了显著的贡献。福布斯在他的工作中，对当时用于收集深海海底生物的拖网设计加以改进，并在 1835—1840 年，在靠近马恩岛和爱琴海中使用了这些装置。在福布斯以前，试图在深海把这一工作变为真正有效的设备，首先应归功于 J. 罗斯爵士，因为早在二十年前，在罗斯探查巴芬湾时就设计并制造了叫做“深海夹子”的设备，这种设备曾成功地用于大约 396 米的深度。

美国人 M.F. 莫里的关于海洋表面现象的资料、北大西洋的等深图以及著名的《海洋自然地理》（The Physical Geography of the Sea）一书，都是有重

大历史意义的工作，因而他被公认为“现代海洋学之父”［参见 “莫里，M. F.”］。对深海探测和深海海底沉积物性质感兴趣的莫里，在19世纪五十年代，首先使用了新的设备去提取在3658米深的海底样品。他对该设备的发明和设计有着巨大的影响。这个设备由空心铁管和附在管顶的一个大空心球组成，空心球－杆结构用线连接得使杆到达并插入海底时，能借助球的重量（浮力）将填满沉积物的杆用线带回海面。

早期最重要的海洋仪器工作是在著名的英国皇家海军舰队的“挑战者”号的海洋学考察中完成的（1872）［参见 “‘挑战者’号考察”］。而且，在W. 汤姆森（Wyville Thomson）、T. R. 赫克斯利（T. R. Huxley）、J. 默里爵士（Sir John Murray）等人的影响下，在这次考察中首先进行的深海调查，形成了科学海洋学的基础。虽然用现代的标准来看，当时所使用的仪器（采水器、拖网、曳网、浮游生物网、温度计、海流计以及各种辅助设备）都是原始的，但那时却是最好的。用这些仪器所获得的海洋学测量结果，竟出人意外地精确。

1877—1880年，A. 阿加西斯使用“布莱克”号在加勒比海、墨西哥湾和佛罗里达的大西洋沿岸，领导了几次以海洋学研究为目的的航海。在这几次考察中，他和C. D. 西格斯比（Charles D. Sigsbee）发明了一种新的更有效的拖网。阿加西斯还改进了当时经常使用的曳网的设计。

当进入一个新世纪时，挪威探险者和动物学家弗里特乔弗（Fridtzof）、南森发明了采集海水样品的仪器，许多年来一直广泛地使用着。这种采水器叫做南森采水器，使用时用钢索把它和测探仪一起放到欲要采集水的海中，瓶子是在打开的状态下进入海中，靠沿钢索送下的重物“使锤”撞击触发采水器上的关闭机构采集水样。这样结构的装置还用于用颠倒温度表对所采水样测温。尽管现在使用一些更精巧和贵重的仪器，在现场测定海水的盐度、温度和压力，但南森颠倒采水器或者采水测温法仍是常用的一种方法。

各种各样的海洋学考察队［如1889年德国的浮游生物考察队和1886 — 1889年间俄国“勇士”（Vityaz）号的航海］、象摩纳哥的艾伯特王子这样的人，以及遍及全球的若干实验室和海洋站（如马萨诸塞州伍兹霍尔海洋生物实验室，在英格兰普利茅斯的海洋生物联合实验室，加里福尼亚的斯克里普斯海洋研究所）、还有一些政府机构和大学，他们多年来对海洋仪器的改进和发展，都做出了自己的贡献。

海洋仪器的现状 过去发展的一些比较低级的工具和设备，帮助使用者完成了某些任务，并且担负着提供关于海表现象及海洋生物学以及潮汐、海流、温度和盐度动态的良好初步资料，但是，海洋仪器仍是一门比较年轻的技术，现在赋有更复杂的含义。

今天，不管在海洋学还是海洋工程方面，海洋仪器都起着重要的作用。收集和测量有关海洋的各种数据，然后将这些测量结果进行对比，以便对海洋所有方面能更好地了解，并使这些知识在最大可能范围内得到充分的利用。显然，这是一项困难的任务，因为不论是海洋科学领域（海洋学）还是海洋技术领域（海洋工程）都包括很大的范围，加上海洋环境之大和其非均匀性，都要求仪器必须经得起波涛的破坏和腐蚀，要求具有高度的可靠性，便于维修及标准化，这就要求具有相当的设计和制造方面的专门知识。在完全达到标准化目标之前，显然，国际间的合作也是极其重要的。

在海洋环境中，海洋学家所使用的仪器的工作范围是很宽的。其中又以海流（次表面流和表面流）、潮汐和波浪运动，海洋的温度、密度和深度，海洋的盐度和化学性质，沉积物的结构和海底地貌，海洋生物及气象情报等方面尤为重要。因为它们几乎包括了海洋学的全部范围。因此，在以后的讨论中，仪器的主要类型和所用分析技术是在物理的、化学的、地质学的、生物学的、气象学的通用标题下予以叙述。

物理海洋学方面的仪器 物理海洋学是海洋学的一个分支，它研究海洋的一些物理特性、海洋的运动和这些特性在时间和空间的变化。属于物理海洋学要测量的最重要的参数是流的速度和方向；潮汐；波高、波速和波向；海水的密度、温度和深度。

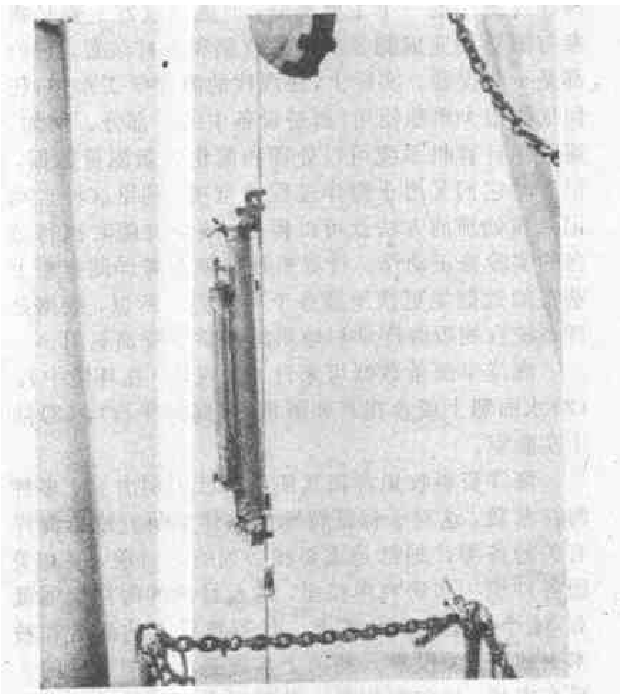


图1　系在钢丝绳上下放入海的南森采水器是海洋学家用来获得次表层海水样品的设备。在瓶子的两端各装有转动阀门，当到达要求的深度时，阀门转动并关闭，收集水样，并测定颠倒温度计读数

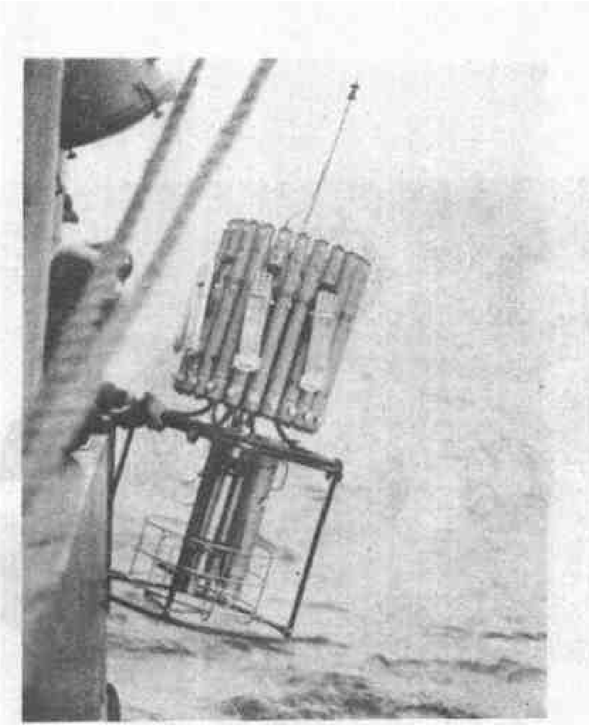


图 2　图中仪器的下半部分是由测量温度、电导率和压力的电子传感器组成的。根据电导率确定盐度，根据压力确定离海面的距离。仪器的上半部分是一系列瓶子，用来获取海水样器，供化学试验和电子传感器校准

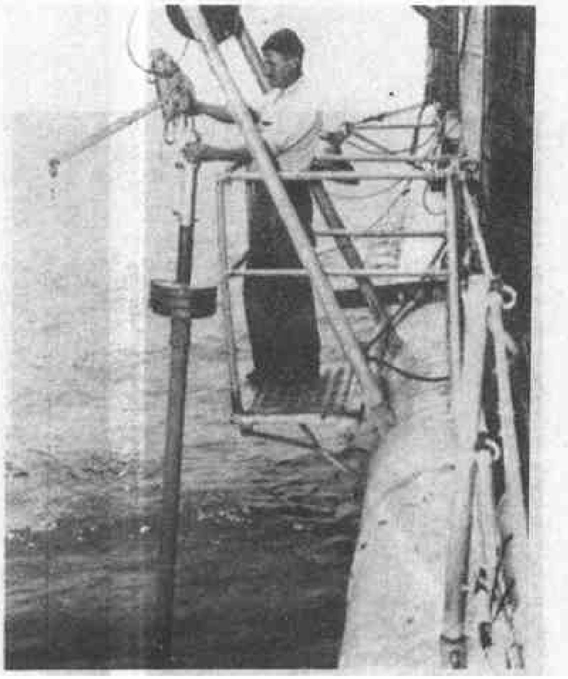


图 4　对海底构造的研究，海洋学家可获得有价值的资料。这里是从海军调查船舷侧放下的岩心取样管，它将取回海底垂直断面的岩心

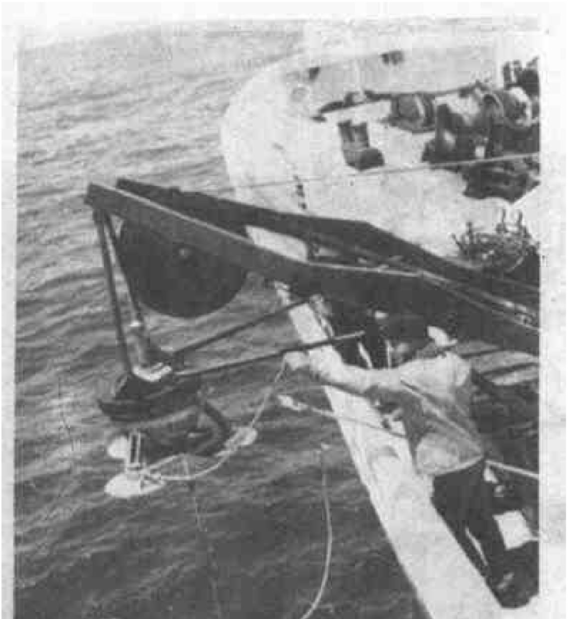


图 3　海洋地质学需要象重力计这样的遥感仪器。地球的磁场不断地变化，其数据对于船舶导航、潜艇探测系统以及地球的地质史研究都是需要的

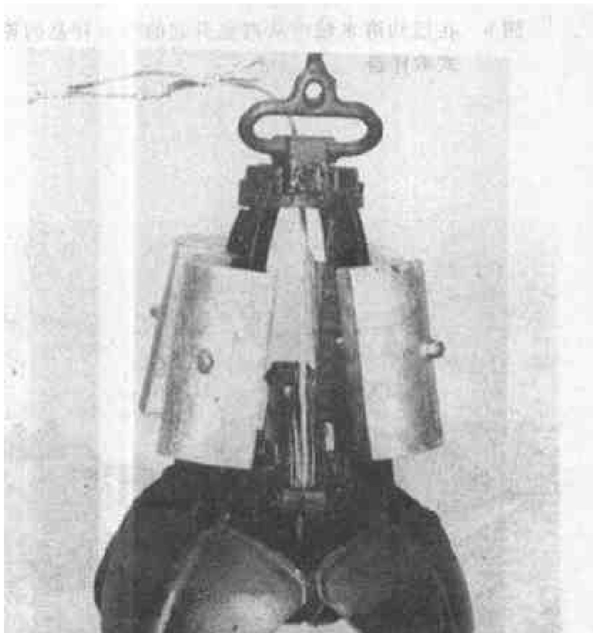


图 5　桔瓣式底质取样器可将沉积物提到海面上，随后可进行粒径分布、支承强度、剪切强度和拔拉阻力以及化学特性的研究

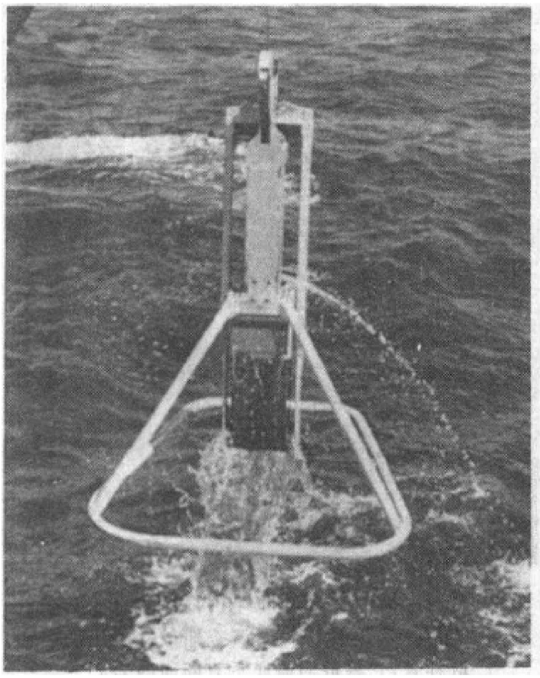


图 6　在纽约湾水域中从海底升起的带有样品的箱式取样器

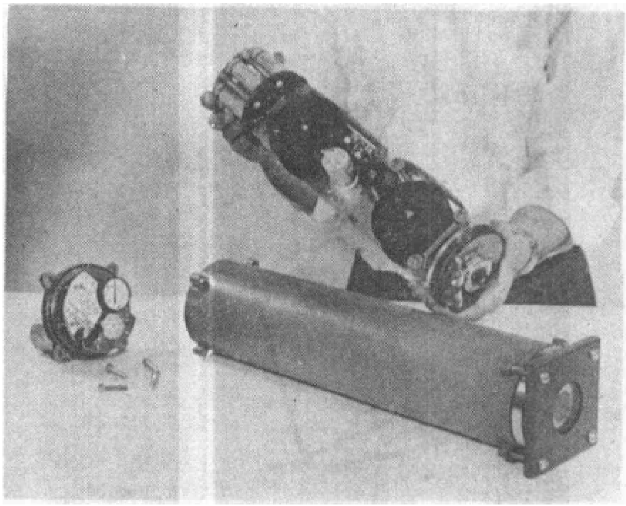


图 8　水下照相机是研究海洋生物的重要工具，它广泛地用于各种水下探测器中

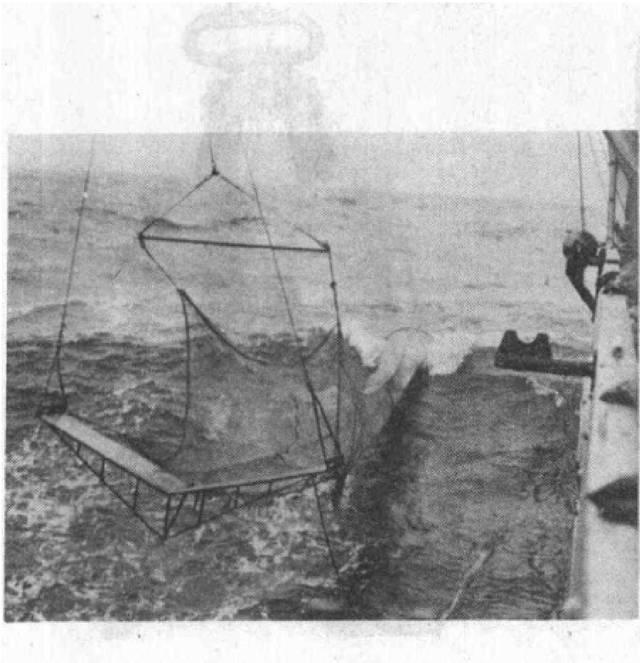


图 7　在中等水深中（数百米深），利用艾萨克—基德（Isoacs Kidd）曳网采集浮游生物和鱼的样品。船慢慢地拉网通过水域

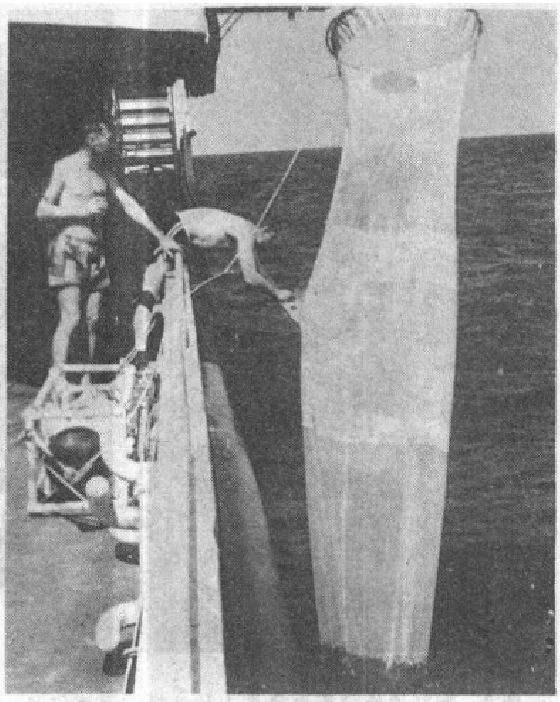


图 9　从投下网具的大洋深处，慢慢提起该网具时，在网底收集了浮游生物

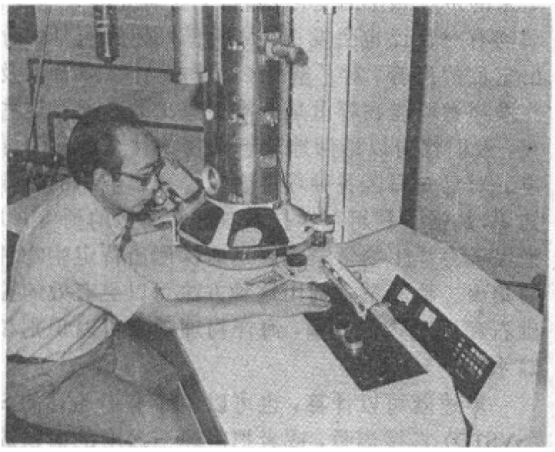


图10 电子显微镜是用于海洋化学和海洋生物学中的精密仪器之一，它用电子学方法将图象极大地放大，用于研究从海中取回的植物、动物和沉积物

海流 就海流而言，不管测量表面流还是次表面流，可能比任何其他海洋学单要素测量所使用仪器和设备的类型都要多，而且所使用的方法和技术也大不相同。测流方法和技术取决于：使用的是漂浮装置还是系留设备；要在什么深度处获取资料、以及是要在资料给定位置作详细测量还是需要各个不同海域的几个测量值。海流可以直接测量也可间接测量，在直接测量的装置中，有浮标、漂流瓶、染色剂[例如若丹明—B(Rhodamine—B)示踪物]、水中中性浮子声脉冲发生器[例如斯瓦罗浮子(Swallow float)]在浮标上工作的罗伯特(Roberts)无线电海流计、埃克曼旋桨式海流计、卡拉瑟斯(Carruthers)余流计、以及萨沃纽斯(Savonius)转子海流计等。在使用其中某些仪器时，所包含的工作原理是：自由漂浮体的速度与方向可通过用雷达跟踪或利用适当的水声仪器测定在一定时间间隔内，目标、染色剂或漂流瓶等从船或发射平台所走过的距离和方向加以确定。对另一些海流计，如定点海流计(即埃克曼和萨沃纽斯转子海流计)，海流的速度是靠海流冲击叶轮或旋桨而使转子旋转，根据旋转速度来测定的。在给定时间间隔里，转数是按罗盘读出的方位记录的。罗伯特型海流计，使用一个靠海流作用而转动的转子测量海流，它与萨沃纽斯型海流计的差别在于罗伯特海流计的转子能随反向海流反转，而且还能自动补偿由于表面波浪和其它力的作用使系留绳乱弹造成的振动流。在这种系统中，使用了光学扫描罗盘和磁带记录设备。在另一些类型的海流计中，海流可以用热金属丝的冷却速率间接测定；也可使用放射性同位素仪器，测定放射性同位素经过固定路线所需的时间间接测量某一点上海水的流速；还可以用测量(例如地磁场电磁海流计——GEK)海洋中相隔给定距离的两个独立电极之间的电位差间接测流，所得到的电位差是由于导电海水(电解液)通过地磁场运动的结果，然后找出感应电压与海流速度的对应关系。海流计可以悬挂在深水或浅水的系留绳上，海流计测到的数据可以遥送到船上或浮标上，或者可将海流计设计成能用光学方法将流速和流向记录在摄影胶片上，这种胶片信息可自动转换成适用于计算机的资料(磁带)，然后再进行处理，以应用于报告和图册中。

海流动力学或深海缓慢移动的洋流运动也可以根据温度和盐度的垂直分布，确定海水的垂直密度结构来间接加以测定。由海水各种特性的分布，还可以推断大洋环流，例如，地中海出海口次表层流的高温盐特性，可以在横跨北大西洋数千英里海区中识别和跟踪这股洋流，大洋总环流是长时间平均的全球范围的流，在大洋环境里发生的流有许多不同尺度和特征。新的技术证明了一种在物理上似乎与总环流紧密联系的，而在许多部位甚至在能量上还超过总环流的现象。这种现象是由环流本身缓慢的中尺度起伏构成，这些起伏或者叫做低频中尺度变化或者称为涡流。这种变化具有几种形式，例如墨西哥湾流的蛇行、处于强烈蛇行过程中的海流突然被切断而形成的大环形涡旋以及洋中的涡旋。环流对气候的研究是极为有用的，现在正在进行大洋环流模型的研究，以便能正确地代表温度分布和热的输送。

潮汐 潮汐是由于日月对地球的引力引起的海水水位的周期性涨落。潮汐基本上可用三种类型的仪器进行测量，它们是：需要观测者记录潮汐变化的非记录型测量仪器；装有能绘制潮汐升降曲线的记录型或自动记录仪器以及测量重力随潮汐扰动而变化的重力仪器。

重力仪方法几乎不需要在海底作观测，因为地球和海洋的潮汐位移可在广阔的海域观测到，这种信息同时包含潮汐的各个分量，地球的位移是由于海水的重量、海底的摩擦以及因海岸线形状而产生的共振效应引起的。这些因素同雷达测高法结合在一起，能以最少的海底观测点提供对广阔海区的快速而可靠的潮汐预报能力。

波浪 海洋表面处在不停的运动中，产生这种运动最明显的原因是风浪。在开阔的海洋里，不规则的冲撞或波浪，是由于从空气到水的能量转移形成的。测量波浪的仪器在设计和部署上是不相同的，例如，既可从船、浮标、飞机、卫星和固定式平台或塔上进行测量；也可在海底的固定位置或沿着海岸用各种电子测波杆(根据不同工作原理的)压力传感器、声学、红外和雷达探测设备、上视声呐以及机械式波浪指示器进行测量；还可以从活动平台上用声学海面观测仪器、倒置的回声测深仪、加速度计装置、雷达、红外线射束、照相技术以及激光来测量波浪。

关于最后一种是安装在船首上用红外线传感器

作出表示波能量相对于波频率的关系曲线或绘出波高图的装置。从飞机上利用向下对准的激光束也可以作出海面的连续轮廓线记录。用于测量波浪比较常用的方法是：(1)分级电阻式测波仪，它是在水中支撑成垂直状态的电气设备，当水面高度变化时，水触点沿着仪器浸没的长度被短路，此时根据电流和电阻的变化量就可测量海面的变化。(2)海面漂浮机构，把海面漂浮机械装置连接到记录器上。(3)立体摄影。(4)精密机载高度计，飞机从不变的高度在海面上飞行。(5)次表面压力测波仪，它能用压力传感器把海水压力转换为电信号，用此值就可说明海面的波高，或根据流体动力学理论计算出海面的波高。(6)回声测深仪或(回声)水深仪，把仪器放在水下，向海底发射声波并接收从海底反射的回声信号。(7)能记录作用在垂直圆筒上浮力的设备。(8)海面浮标，带有能驱动记录器的垂直加速度计。

波浪状况的记录及其预测或预报，对海洋领航、商业航运、潜水和海上救助工作、资源开发、海洋动植物活动、海洋污染以及海滩侵蚀都是十分重要的。

温度、密度和声速 海洋温度测量值在海洋工作的各个方面都是极为重要的。在海洋的任意要求深度，测量海洋温度所采用的一般方法是用附在南森瓶或尼斯金(Nisken)瓶上的颠倒温度表。当瓶子关闭时，温度计测出温度(精确到百分之一度)，这样就得到了特定时间和特定地点的温度值。通常，大约在海面下150米以内，存在着重要的温度变化。连续的温度记录可以用叫做深温计的仪器获得，该仪器是1938年由A.斯皮尔豪斯(Athelstan Spilhaus)发明的。

海水密度(或在特定温度下，一定体积的海水重量)在现场可用光密度计或比重计测量，但也可以用温度、压力和盐度的值计算出。当计算密度时，温度通常用水银温度计、温深仪(BT)、投弃式温深仪(XBT)、红外线探测设备[如航空辐射温度计(ART)]或电子探测设备，如温盐深记录仪(STD)等仪器测定。

海水中声速的测量是很有用的。声音在水下的传播速度大约是空气中的五倍，或大约是1480米/秒。声速在海洋中随温度、压力和盐度而变化。在一般情况下，这些因素中任何一个增加，声速都会增加。在暂时和永久温跃层中，声速将随深度而减小，这时，压力是引起声速随深度而增加的主要因素。当温度急速下降，温跃层将使通过它的任何声线向下弯曲，所以，海洋中在温跃层上下有声道——在温跃层下边产生的声音在温跃层上边不能听到，反过来，也是如此。

了解生物机体对于声音发射和接收的影响是水声学的另一个重要方面。在深海中，分层排列的动物被认为是造成检测到的体积混响的主要原因。这些动物的地理和垂直分布、它们所散射的声频谱、对这些动物的识别，以及当它们在垂直迁移时所散射出来的声音频率的变化，都属于要研究的一些变量。动物有时自己也会发声，从所感兴趣的信号中分析出它们的声音，对了解什么动物发什么声音以及这些发声者可能在哪里是有重要意义的。通过这些研究，人们就可以透彻地理解动物为什么能造海洋噪声。对已知海区各种环境变量怎样影响声的传输的知识，加强了利用声学技术对许多海区的研究，以便渔民或海洋生物学家能够迅速探测出特定生物种类的集聚。地质学家利用这种方法可以更有效的鉴定礁石和沉积物的范围，海洋物理学家可以识别和跟踪水团。

声速既可以计算，也可以用带有声速计的STD(SVSTD)直接测量，或者把声速一深度剖面仪放在海底进行测量，后者包括一个声速计和带有数字显示的压力传感器。

温深仪或BT基本上是用热敏电阻敏感温度，用振动弦丝敏感深度的一种仪器。温度用电学方法转换成变化着的频率，而温度和深度两者的频率用电缆传送到船上或平台上，然后送往记录器，数字化后再转换成温度；或者把它们转换成电压，送往X—Y记录器，得出海洋温度在不同深度的连续剖面图。投弃式温深仪(XBT)遥测装置送回的数据，也用类似的方法进行处理。

温盐深自记仪(STD)是现场使用的一种电测仪器，它可以在记录器上提供温、盐、深这三个变量的连续读数。该仪器由一个电导管，一个温度传感器和一个对压力敏感的深度元件组成。它用电缆连接到装有放大器、盐度计算电路和记录设备的船上或平台上。

电导温度计(CTI)由一组两个电极的电导管和一个温度计组成。温度值和电导率显示于一对计数器上，而计数器则安装在内有放大器和伺服机构的壳体上。

温度测量值不仅只是绘制温度曲线图，而且还可以帮助确定海洋中主要的流型。用所测量的温度(T)和盐度(S)组成TS曲线图，据此标出大的水体并比较TS特性曲线找出它们间的联系。

关于海水的状态方程，海洋科学家中存在着一些争论。利用高压磁浮子液体比重计对海水比容作实验室测量，这在较宽的盐度、温度和压力范围内，从直接测量的海水比容数据推导出状态方程是很有用的。这些数据在说明深水大洋水团的成层和运动、计算绝热温度梯度(热膨胀值作为压力的函数)和计算海洋其他热力学特性方面具有特殊的意义。海水比容资料对于估计以温度为基础的海水偏克分子体积和盐度，也是有价值的，因为这些量可以用于确定世界海洋环境中重要的温度和压力对平衡的影响。

深度 海洋深度的探查或测量，历来是由航海者完成的。早期的方法基本上是用绳索、网绳、钢琴丝或某些其他材料的绳线系上一个重物，放入海中，

当线确定到海底后，利用线被海水浸没的数量来计算以海面到海底的深度。自然，由于线从船上到海底所形成的角度容易改变，所以，这种方法会造成误差。

海洋深度的高精度测量现在仍比较困难。可以用声来完成这一测量任务，而且声是水下通讯中唯一实用的方法，这是因为无线电波在海水里不能很好地传输，光束在大多数海域中也衰减得很快的缘故。在水下探测中，各种类型的声呐可以用来测定水深及海山、海沟、浅滩和暗礁的位置和轮廓[参见"海山"；"珊瑚礁"]。在声学遥测系统中还设置长期的声信号源和接收机，以便报告来自其他海洋仪器如盐度计和流速计的数据以及作为声监听器。回声测深仪利用海底返回的声信号，根据回声返回到海面的时间来测定深度。但是，由于反射、混响、折射和吸收等现象常使回声受到不适当的损害。反射是由声波被固体或海底附近的突变物阻挡而造成的；混响是散射声返回到传感器的那一部分；散射是由海面、海底和海水本身的不规则性引起的；折射是因为海水密度的变化，引起声速变化的改变，进而产生声线弯曲的缘故；而吸收则是由于水或悬浮微粒的振动所造成的摩擦或水中气泡使一部分声能变为热能的结果，因而使回声强度减弱。此外，回声强度也能被生物生长的软组织衰减，而且回波的检测也常因有生物的、机械的和波浪造成的环境噪声而进一步恶化。因此，当广泛地利用回声测深仪进行各种深度的测量时，另一种可靠的测较深深度的方法是利用压力和深度的直接关系(海水深度每增加30厘米，压力增加0.3牛顿/平方厘米)。用这种方法，测量的海水压力就可以转换为深度。前面提到的STD和BT仪器都使用了传感器(传感器能够把一种形式的能量转换成另一种形式的能量，多数压力传感器是把压力先变成运动，然后利用运动产生可以定标和监视的电输出)，现代的深度传感器仍直接利用这个原理。

海洋深度的测量是特别重要的，因为一切有意义的海洋学测量值，都必须用深度、纬度和经度坐标定位。

海洋化学方面的仪器　海水几乎是一切物质的极好混合物，它包含盐、气体、微量金属、营养物以及放射性同位素，它给分析化学家提出了艰巨的任务。而其艰巨性主要是围绕着在海上实时进行化学分析的种种困难。例如，在左右摇晃，前后摆动的平台上，使用从几个地点收集的大量样品进行工作所遇到的问题是难以克服的。此外，从某一确定的温度和压力条件下的某一深度收集到的海水样品，当在船上或以后拿到陆地实验室进行分析时，在其化学性质上可能仍相同也可能已经不同了。简单地说，海洋化学方面的目标，很久以来一直是需要可靠的现场仪器系统。

直到今天，例如大多数盐度测量仍是用南森采水器收集海水的方法来进行的。首先收集海水，然后在岸基实验室或在海上调查船的实验室中进行分析。盐度的分析是将海水滴定到标准的银溶液中，使卤化银首先沉淀为氯化银，于是，测定样品中氯化物的数量，就确定了氯度的数值。此数值也提供了测定盐度的方法，也可以用盐度计和电导率池测定水样的电导率，然后根据盐度与电导率的关系得到盐度。但是，使用现场电测仪器借助于探测器、温度和压力传感器能同时测量温、盐、深(S. T. D)于连续读出装置上，这样就消除了现场工作和实验室分析之间的长时间延迟。

海水中另一个普通的化学测量是氧含量的测定。在海洋的各部分中，氧的含量是一个基本量，它是进行其他多种海洋研究之前必须测定的一个量。氧的浓度决定着海水的生命维持能力，而其氧的含量也要在深水混合测量中使用。传统方法是用温克勒(Winkler)滴定法测量海水样品中所溶解的氧。这个经典的方法是以加进的几个锰离子和样品中的溶解氧之间的氧化还原反应为基础的〔参见"离子"〕。被氧化的锰同酸性媒质中的碘反应，所消耗碘的数量用滴定标准硫代硫酸盐溶液来测定。

目前在海上也用气相色谱仪技术测量海水中溶解氧和其他气体。在这种方法中，通常使用氦除去溶液中溶解的气体，然后在装有导热性探测器的气相色谱仪中测量这些气体。

在现场测定海洋中氧的两个方法所包括的装置为：(1)使能扩散的氧通过半渗透隔膜，然后在阴极上还原氧分子的装置(极谱法测量)；(2)依靠含一定量放射性铊204的金属铊的溶解氧定量氧化，在这种方法中，海水样品通过衬有铊的圆筒，铊被氧化并进入溶液，然后使它通过射线记数器，记录下来自铊的β射线能极，因为氧化率也就是进入溶液的铊的速率，是与海水中溶解氧的含量成正比的，这种装置可以做成指示出氧含量的仪器。

研究计划引起了海洋化学方面专门方法的发展。例如为了从海水中提取微量金属和放射性同位素，美国海军研制了用注入锰的丙烯酸系纤维的提取技术。用船后拖曳的这种纤维制品，可以采集大量的海面水。次表面水的采集是把专门设计的采水器下放到所需深度，使其注满水来完成。虽然最初想要从海水中提取镭，但注入锰的纤维品也将除去其他的微量元素(例如铅和水银)。这种纤微技术在处理废液中，对于除去不希望的微量元素和放射性同位素也是有效的。

确定海水性质的一些因素，例如含盐量可以和温度一起去圈定各种水团、其他特性的分布，也可以用来描绘水团的运动和混合。绝对的混合率可以用某种放射性同位素的浓度来确定。水的化学特性对于在水中生活的有机物是很重要的，可为它们提取不可缺少的营养物、碳酸钙及维持它们生存的各种元素。因为某些有机物特别是珊瑚，也结合着镭同

位素，使这些有机体生长速度的研究变得比较容易〔参见 “珊瑚”〕。化学技术对水和沉积物中污染的研究也是不可缺少的。甚至可以说除了一般在分析化学实验室里遇到的标准仪器之外（即紫外—可见光分光度计，气相色谱仪、荧光计、pH 计等），还使用很精密的仪器，例如扫描电子显微镜、核磁共振以及穆斯堡尔光谱仪（Mössbauer）的激光喇曼效应对海洋化学工作也是必需的。远洋航行和陆基海洋实验室都希望扩大这类应用。

关于海洋地质仪器 海洋地质仪器绝大部分是同以下各种测量有关：近海和大洋深度（海洋测深学）、沉积物结构、磁性、重力、地震现象、火山活动、侵蚀冲刷、以及海洋领域其它地质和地理特性。

这是吸引其他方面海洋学尽力工作的一个非常广阔领域。但是也应该承认，在过去也许地质海洋学专家已开始使用极多品种的遥感设备。地质海洋学专家也一直应用声学的、电磁的、重力的以及地震等类型的测量值去描述世界的海洋环境，包括海底扩张的过程。结果，对海底形状、海底浅层结构特点的现有认识，是由于使用象压缩空气枪、海底地震仪（OBS）、回声测深仪、声呐浮标、磁力仪以及重力仪等设备而积累起来的。

为了调查和精确地测定磁场数据（地球的磁场在不断地变化），使用装有航空地磁探测设备的飞机和船只。这种资料对改善海上导航，对潜艇和探测系统和对地球地质史研究都有很大价值。重力测量是用有非常灵敏的弹性平衡系统的重力仪作的，它装在船上，当船在海上航行中，用它连续地测量重力，这种重力仪也可以放到海底，用电缆将数据送给船上的记录设备。重力异常——观测的与理论上重力值之间的差别——帮助海洋地质学家精确地确定海洋中矿物和石油资源的位置。

在声学测量工作中或因海底和声场的相互作用，海底反射率决定于沉积物组成、粗糙度、地貌以及海底结构。通常在硬的沙质海底上反射强，而在泥底上就很弱。

过去设计的地质调查，是在较小范围内更多地了解海底状况，而现在的调查则主要是以沉积物的研究为基础的。长期以来，埋藏在海底的沉积物样品是用抓斗、采泥器、活塞和重力取样管以及挖泥船来收集的，当样品被拿到海面上时，样品可以由一系列测量来分析含水量、粒径分布、支承强度、剪切强度、拔拉阻力等等。也可以测定化学性质，并可以用 X 射线技术，扫描电子显微镜，以及中子激活分析来描绘沉积物的其他特性。

简单说来，中子激活分析是用中子轰击象海水或海洋沉积物那样的样品。通过这种方式从残留的（resident）元素中产生放射性同位素。辐射源可以是核反应堆或加速器式快中子发生器或者是中子发射体放射性同位素，例如锎 252。将从衰变的放射性同位素所得到的 X 射线的能量谱记录下来，根据频谱峰值的能量和峰值下的面积，就可以分别识出存在的元素及其剂量。

现代的系统使这个分析过程完全自动化了。封装在管子里的样品用压缩空气传送到中子源去照射，然后进入一个可使无用的短寿命放射性物质衰减掉的站位衰减下去，然后激活了的样品被往复输送到探测器位置去计数，并最后送到废品站去处理。最后由计算机的数据收集和数据整理装置完成这个分析周期。

尽管极少使用，但在现场测定大洋各部分海底沉积物特性的一种有意义的方法是用沉积物密度探测器。这种探测器由一个直径 10 厘米，长为 8 米的带有一个 γ 射线发射源的管子、一块铅屏蔽板和一个辐射探测器组成。就象典型的岩心取样设备的情况那样，管子被强迫推进海底沉积物中，并在达到适当位置时，射线源、屏蔽板及探测器按程序在探头内的测量区间上、上移动。用这种方式，γ 射线在沉积物中根据沉积物的密度被吸收。因此在探测器上低的射线数表明高密度沉积物，因为较多的射线被吸收了，而少部分被反射回探测器上；反过来也是对的，在探测器上高的射线数说明低密度沉积物。这种信息被记录在胶片上。

虽然海洋地质学的大部分是和近岸、大洋深度（测探法）及沉积物组成的研究和分析有关，但许多其他领域还是造就了大量的地质学者，例如磁学、重力、地震现象、海岸侵蚀和火山活动。这些海洋地质学家的所有这些分析都很重要，因为他们给出了与沉积速度和过程、海洋生物和快速气候条件的变化、底流的存在象沉积物承载能力那样的工程资料、海底环境污染的生态影响、以及对人类有用的各种各样矿物和其他资源有关的情报。

海洋生物学仪器 在海洋生物学中，研究着大洋中有机物的生命过程和分布——从细菌和最小的浮游植物（微观植物生命〔参见 “浮游生物”〕到最大的鲸目动物〔参见 “海洋哺乳动物”〕和鱼。还研究这些有机物和物理化学环境对他们生命过程、分布及其之间的相互关系。

在这些研究中所使用的生物学仪器主要是机械的。以多种形式存在的海洋生命，从用显微镜才可看见的有机物到鲸，并且在所有的深度通过各式各样的方法收集——不同结构的取样器、网具、拖网等等，这些设备中的大部分已经高度专门化了，因此它们能够在水平方向和垂直方向均获得样品，捕到比较活动的游动物体，保证不损伤样品，记录下所采集水样的量和深度，并且在长距离和不同深度上同时采样。

当水下摄影与生物采样器以及探测海洋的其他仪器一同使用时，显然是一种有用的方法。许多类型的海洋生物，可以在科学家能看出生态学关系的自然环境中被拍摄下来。

除了使用深海摄影机、遥控潜器和耐压的生物

体回收系统以外，还有其他一些有助于分析某些海洋生物的技术。

不管是用潜器还是用水下住舱来扩大海洋生物学家所使用的工具库，但都耗资巨大，而且按照部分科学家的观点，它们在使用时还需要使用一些新的和改进的取样设备和其他技术，进而大大增加费用。另一个方法，潜器上用的高分辨率多频声学系统，仍有希望作为描述海洋动物（特别是浮游生物和缓慢移动的成群自游生物类）分布的主要手段，并因此而为分析这些海洋生物资源而提供了方法。这种技术也可以在海面船的大型拖体上使用。

在生物学的取样工作中，海洋化学家传统地为海洋生物学家提供着有价值的独立获得的信息。这种信息大部分是用盐度、氧和营养盐测定值的形式表示的。现在随着现场测量功能更强的仪器的出现，所收集的生物资料同获得资料所在位置的化学特性之间的相互关系可以更简单地、更快地得出。用实验室专用设备培养海洋细菌、桡足类甲壳动物(Copepods)和海藻(Algae)，用极谱仪测量由海洋有机物产生和消耗的氧。浮游生物的数量使用考尔特(Coulter)计数器来确定，并用反射比分光光度计来测过滤沉积物。由于应用电子显微镜而发现了海洋生物的某些重要应用，电子显微镜是用电子的方法形成物体高倍放大像的仪器。

摆在海洋生物学家面前的一个特别重要的问题是关于预报世界不同地区的海洋污染状况并研制有效的取样设备和方法。放在开阔大洋中漂泊的浮标和瓶子可以用来研究污损的有机物；放在海洋不同部位的各种材料的一些板子，可表明这些材料受海水腐蚀的性质和程度。海洋生物学用的其他设备还有测量后向散射光的拖曳式浊度计和可控温度梯度的棒，可用来研究温度对生物污损的影响。

海洋生物学工作的不少特点，提出需要研制许多新的和改进的仪器。已研制出一些现代仪器虽然满足了一些特殊的海洋学要求，但还有许多其他的特殊要求仍然没有满足。

海洋气象学　海洋气象学仪器主要是为获得有关海洋各方面和海气界面的定量资料而设计的。因为这些资料与大气的气候状况和它的预报有关。在这种工作的实施中，具有代表性的是海表面和空气温度、海流、热收支、气压、海一气相互作用以及波浪和风速、风向的测量，它们全都有助于这一主题的研究。

这些参数中的许多数据现在是由其他方面的海洋学家、特别是由物理和化学海洋学家提供给气象海洋学家的。

除了使用风速表(测风速和风向)、气压表(测大气压力)、温度传感器(测空气和水的温度)、雨量计(测降雨量)、湿度传感器(测空气中湿度)之外，许多数据可以用人造卫星和飞机遥感设备得到。这种从远距离测量海洋特性的技术，在扩大海洋学家的视野到更宽阔的领域是特别有用的，而且它比用船更为经济。人造卫星的传感器能直接测量海洋表面层，或可使用微波和多波段红外辐射仪和可见光传感器提供测量结果。例如海洋表面温度表现为从海面向上的红外辐射的变化曲线，可以利用这一设想去发现和跟踪并绘图表示在热量上不同的表面水、海流、热流、蒸发、风应力和主要的大洋锋面(不同源流的水相汇合的地方)以及旋涡(环流水的运动)。用光学、色分析和利用门(选通)脉冲光系统，可以提供有关浅海水域中有关海底的有用资料。这些人造卫星和飞机系统可以同各种调查船、海洋系泊的仪器阵、浮标和飞机一起用来对某个海域进行深入细致的研究。

用传感器装备的浮标，例如大型观测浮标(直径12米、厚$2\frac{1}{4}$米的浮标，一次能够自动地工作一年)也用来测量不同高度的大气温度、若干层次的水温、风速、气压、湿度以及降雨量，所收集的这类资料既可以存在浮标里的磁带上，也可以根据要求中继到岸站。

海洋大气物理的研究使用机载设备收集海上的大气悬浮物和测量大气湿度，也使用能消除小水滴并可测定云中露点的露点比重计。另一种专门仪器可以测量云的凝聚核并测定由海盐中产生的分馏物。

为了解和预报世界海洋和大气的状况，并综合出世界各地的气象状况图，获得更精确的基本数据显然是十分重要的。

地震海啸报警系统(SSWWS)　是用通信网联在一起的地震仪和验潮站网路。它从美国的西海岸横过太平洋延伸到日本，为这一广大地区的人民报警，防备破坏性的地震、海浪或海啸的到达。

1946年建成(1946年4月1日在阿拉斯加乌尼马克的地震产生16.8米的海浪之后在夏威夷有159人死亡)地震海啸报警系统，总部设在夏威夷的火奴鲁鲁(檀香山)，并由美国商务部海岸和大地测量局使用，由联邦航空局、国家航空和航天管理局、国防通讯局和美国气象局提供的设备构成通信网。除了由海岸和大地测量局使用的一些地震仪和验潮站外，由其他政府机构管理的那些地震仪和私人研究机构，以及太平洋成员国家也都使用。地震海啸报警系统，自从它建立以来已挽救了许多生命和亿万美元的财产损失。

地震引起的海啸，也就是人们所熟悉的日本字的津浪。它的意思是“海岸浪”，这种波更通常地叫做潮汐波，虽然它们与潮汐或潮汐产生的力无关。地震海啸肯定地同地震有关——尤其是那些超过里氏6.5级的——而且可能是由于通过与这种地震有关的如海底的垂直断裂运动巨大泥石流而有大量海水的位移所造成。

地震扰动对海底的影响所产生的海浪在许多方

面是独特的。它们象用石头丢进水池而起的波纹那样，从源点向外辐射。在非常深的水中，由地震引起的海浪的高度一般仅仅有1—2英尺（小于1米），但从波峰到波峰所测得的波长可能超过160公里。因为波长很长，即使在最深的海底也能感到这种波（根据经验法则，当水深等于波长的一半时，波扰动开始受到与海底的相干作用）。因为同海底干涉，从波系夺走能量。这些波的速度决定于使它所传播的经过海的水深，例如，在9144米水中，地震引起的海浪的速度大约是1678公里/时，对于914米的深度大约是341公里/时，在海滨浅水中大约为48公里/时的速度，当波浪登陆时，它的能量集中在不断变窄的水楔中，以致波高开始增长，例如在1833年报导了有关喀拉喀拖（Krakatoa）岛火山的爆发，地震引起了35米高的海浪。上面的这些特征对于地震海啸报警系统都有重要意义。

实际上，遍布太平洋海盆的地震活动，由地震仪网连续地监视着，当足够大的扰动被记录下来时，它与地震仪台站的距离用记录的地震P波（主要的）和较慢的S波（次要的）的到达时间来确定。换句话说，因为两个波的特征速度都是已知的，用S波晚到的时间量，得出地震的距离指示，但没有地震的确切的方向。为了确定确切的扰动位置（震中），至少需要两个记录着P波和S波的地震记录站，以两台站各自的位置为中心，计算的震中距离为半径，分别在图上画弧形，两个弧形的交点即为所求的地震震中，于是在这一点可能引起地震海啸的报警就在整个警报网范围内迅速发布出去。

地震震中位置确定后，在临近的一些验潮站，凡是验潮仪被设计成能将所有不正常的特性波浪加以滤出的，都要处于戒备状态去注意地震海啸。一旦检测到一种波浪，通过海洋测深和作为深度函数的波浪传播速度的，计算出该波浪必定要经过的太平洋水域各个人口集中地区的到达时间。这样的点就要全面警戒，包括波浪到达时间都要向整个网和各个台站广播，并通知可能受影响的居住地区。

目前，地震海啸报警系统包括15个地震记录站和30个验潮站，为美国、美国萨摩亚群岛（南太平洋）、加拿大、智利、斐济岛、法国的玻利尼西亚（中太平洋群岛）、香港、日本、新西兰、菲律宾、中国台湾省和西萨摩亚群岛服务。

海洋鸟类(MARINE BIRDS 或 OCEAN BIRDS)

对各种属于鸟纲（Aves）的热血脊椎动物的统称。具有羽毛、翅翼和喙，生活在世界海洋沿岸，或在海洋上和飞越海洋渡过它们的一生，只是在筑巢时返回大陆，沿岸的鸟与海上的鸟两者都从海洋环境中获得它们的主要的或全部食物。

大多数权威者在海岸鸟与海上鸟两类之间给以区别，即不是每一种与海洋多少有些连带关系的鸟都可正确地称为海鸟和大洋鸟。真正的海鸟（如大洋鸟：管鼻鹱，海燕与鹱科的鸟）在它们一生中大部分时间生活在海上或飞越大海。因而具有特殊生活周期的这一类鸟有各种适应机制和特征，不是其它鸟类包括洋岸鸟（如矶鹞）所具有。这些适应性中有：大部分海鸟具有盐腺，分泌大量盐以防止脱水；大部分（信天翁除外）具有改变眼球焦距的能力，因此它们能在水下观察；它们的身体是特殊构型的，这是为了飞行和游泳或者只是为了游泳，而不是为了在陆在上行走。在陆上，它们行走是笨拙的，这是由于它们腿的位置——与身体的关系来说腿是在身体的极端后部。

总计约有8000种不同的鸟，属于28个目和许多科。在这些鸟中，鸟纲的鹱形目(Procellariiformes)包括真正大洋鸟的最大数量和种别，所有这些鸟都生活在大陆边缘之外。在这一类中包括下列一些大洋鸟：

· 信天翁（Albatrosse），鹱（Shearwaters），管鼻鹱（fulmars）和海燕（petrels）〔鹱形目（Procellariiformes)〕。信天翁主要是南半球的栖息者，虽有少数在北太平洋繁殖。这些大而翅长的鸟有两个属〔信天翁科（Diomedeidae）中的信天翁属（*Diomedea*）和非比信鸟属（*Phoebetria*)〕，所有的品种都能作长距离飞行。流浪信天翁（*Diomedea exulans*）具有3.6米以上的翅距。各式各样的海洋生物，特别是鱼，构成它们的食物。有名的黑脚信天翁（gooney birds）是信天翁科的成员。

鹱和管鼻鹱都是迁移的，完全是大洋性的鸟，属于鹱科（Procellariidae）。鹱以曼岛鹱（*Puffinus puffinus*）为典型，是地中海和北美沿海地区的居住者，它们成大群筑巢。大群的鹱在美国西岸徘徊，其中有四种大西洋鹱和六种太平洋品种，有的如乌黑的鹱（sooty shearwater）全身是带黑的；其它如较大的鹱（大西洋）下都是白色的。鹱象小的海燕，但它有管状鼻子和它们的猛烈快速飞行使它们又不象海燕。在沿海峭壁的凸出部分筑巢的管鼻鹱可由北方的管鼻鹱，*Fulmar glacialis*，为代表，而如燕子大小的风暴海燕（属Hydrobatidae科）也许可以以北部大洋的风暴海燕，*Oceanodroma leucorhoa*，和秘鲁风暴海燕，*Oceanodroma tethys*，为最好的典型。五种潜水海燕属于鹈鹕科（Pelecanoididae）的唯一的属，鹈鹕属（*Pelecanoides*），出现在南极水域但迁移到秘鲁、新西兰，澳大利亚沿岸和南大西洋与太平洋的其它地区。有些潜水海燕沿南美洲的西部海岸从好望角到秘鲁外海的北部岛屿（南纬6°25′）繁殖。潜水海燕在约为南纬37°以北的世界上任何地方并不繁殖。

一些其它海洋鸟类包括海岸鸟和那些栖息在接近大洋水域的鸟，属于以下几个目：

· 企鹅［企鹅目（Sphenisciformes)］。南半球的，不飞行的六个科的鸟是所有鸟类中真正最有海洋性的。它们缺乏飞行的能力，但能有效地在水下游动，

它们与在空中飞来飞去的鸟不同，企鹅具有实心的骨，当它们潜水时作为压载物用，它们常潜水到深为240米或240米以下。企鹅是唯一的种鸟，当游动时能产生海豚一样行动的技术——跳出水面然后又潜入水内。企鹅的食物由鱼，甲壳类和小的柔鱼组成。两个科，皇帝企鹅科(Aptenodytes)[例如皇企鹅(*Aptenodytes fosteri*)，王企鹅(*A. patagonica*)]和阿德利企鹅(Pygoscelis)[例如阿德利企鹅(*Pygoscelis, adeliae*)和巴布亚企鹅(*P. papua*)]出现在南极。属于*Spheniscus*属的企鹅出现在沿南美西海岸南纬6°以南，也是一种地方性的种[加拉帕哥斯企鹅(*S. mendiculus*)]生活在赤道上的加拉帕戈斯群岛。

· 潜水鸟(divers)和潜鸟(loons)[潜鸟目(Gaviiformes)]。潜水鸟有四个种，出现在北半球主要沿北欧和北美海岸。这些鸟的代表有白嘴潜鸟(*Gavia immer*)，在繁殖季节中它们是北美、冰岛和格陵兰的居住者，在冬天则向南迁移。这类鸟的身体的造型为了在海中潜水而似水雷。它们的脚很靠近尾部，因而它们在升入空中之前必须先跑一段距离。

· 塘鹅[pelicans，鹈鹕目(Pelecaniformes)]。这一目的鸟遍及全世界，是体形大，嘴也很大的鸟。鹈鹕目有六个现有的科。在美国的这些蹼饱满的游泳者中最出名的是褐色塘鹅，生活在南部西海岸。军舰鸟(*Fregata magnificens*)(亦称军舰塘鹅)具有2.2米宽的翅距和剪刀似的尾，遍及整个热带海洋。鹈鹕科(Pelicanidae)中的另一个种秘鲁塘鹅[西方鹈鹕(*Pelicanus occidentalis*)]是大而笨拙的鸟，重约$7\frac{1}{4}$公斤，珍珠似的灰色羽毛，白色的头部，黑或橙黄色的囊连同绿色的喙，以及淡紫色一灰色的腿。在捕鱼时有反响的溅水声，啪的一声潜入水中，或游动和潜水。由于这种鸟的个子大，所以在秘鲁海岸上成群的鸟中是最特出的。它不去离海岸很远的地方游荡，也从来没有在远离外围岛屿的地方见到过它。

此外，包括在塘鹅目中的有热带的鸟[鹲科(Phaethontidae)]，塘鹅与海鹅[鲣鸟科(Sulidae)]，鸬鹚[鸬鹚科(Phalacrocoracidae)]，和军舰塘鹅[军舰鸟科(Fregatidae)]。这些科的大多数品种，作为一类，是世界各地(特别是热带和温带地区)沿岸和湾水域的栖息者。它们很能飞，是凶猛的摄食海洋鱼类的鸟。

· 苍鹭(herons)与鹳(storks)[鹳形目(Ciconiiformes)]。在这一目中包括五个科，分布很广。苍鹭(Ardeidae科)，鹳[鹳科(ciconiidae)]，鹮鹭[鹭科(Threskiornithidae)]，Balaenicipitidae科和Scopidae科。主要是，所有属于这一目的鸟以具有长的无羽毛的腿为其特征，腿适于涉水，特别是在沼泽地区、河流，池塘和在海岸上，在那里它们的食物包括蛙、爬虫类、甲壳类、软体动物和昆虫[参见"软体动物"]。细长的苍鹭在浅水中涉水，同时一动不动地站立几分钟等待食物，食物是由它们用尖的嘴闪电式地刺取的。它们可将颈伸长，伸长到与腿一样长，或可将颈折叠起来以致头部可设置在肩上。当飞行时它们将可缩拢的颈弯曲成S形曲线，并将长腿拖曳在后面。

· 鸭，鹅与天鹅[雁形目(Anseriformes)]。有一些鸭，鹅和天鹅可以划分在大洋鸟一类内，因为它们是依靠海湾和海岸水域内的大叶藻和海草生态系统的支撑为生的，大多数属于这一目的很多且分布很广的品种是淡水的栖息者。一些显著的例外是海岸的居住者如雁属(*Anser*)和黑雁属真正的鹅，迁移的鸟，它们在寒冷的冻原地区繁殖，冬天则迁移到非洲，地中海和美国沿岸；野鸭或绿头鸭(如*Anas platyrhynchos*)在一生中的某一个时期摄食海洋生物；以及普通棉凫(*Somateria mollissima*)一种在北极海和北部温带水域内到处可见到的鸟。

· 大鹰[隼形目(Falconiformes)]。大鹰包括如欧洲白尾鹰(*Haliaetus albicilla*)，是一种很大的候鸟，在一年中的某一个时期出现在北美洲、欧洲和北部亚洲沿海，在那里大鹰的食物几乎是完全由海洋鱼类、幼海豹和海豚构成的[参见"海豚"]。在这一目中分布很广的鹗或鱼鹰(*Pandion haliaetis*)与小鹰相似，但具有鲜明的白色下部。此外，在其它解剖学上的特色中它有可倒转的脚趾，特别发达的爪和它脚上鳞片上有针突。

· 海鸥[鸻形目(Charadriiformes)]。几乎所有包括在这一目的品种是岸鸟类，出现在水或靠近水的地方。典型的例子有美国蛎鹬(*Haematopus ostralegus*)，一种北美和南美热带和温带沿岸的鸟，摄取贻贝和牡蛎为食物；和银鸥(*Larus argentatus*)，北美洲和欧洲西北部常见的一个种。银鸥是唯一的一种在美国大陆上筑巢的鸟。其它的分布在极地附近，如北极鸥(*Larus hyperboreus*)。塞氏鸥(*L. thayeri*)和灰鸥(*L. glaucodes*)很相似并在一起生活，但它们不互相交配。这些鸟的亲属有迁移性的鸻(例如，北欧的鸫鸻(*Charadrius dubius*)；蟹鸻(*Dromas ardeola*)生活在东非沿岸和印度洋西海岸，以食取蟹为生，以及南极鞘嘴鸥[雪鞘嘴鸥(*Chionis alba*)与小鞘嘴鸥(*C. minor*)]。它们的食物包含有海藻、贻贝、小甲壳类动物以及其它鸟类的蛋和幼鸟。

· 贼鸥在两极地区很繁盛(例如北极贼鸥(*Stercorarius parasiticus*)也是鸥目(Stercorariidae科)中的成员，它们以摄食海洋鱼类和企鹅蛋为生。贼鸥具有惊奇的回归能力，并能冲刺一样地潜入水内捕食海洋鱼类。

鸥科(Laridae)的鸥是优秀的飞行者，它们在海中很能游动但从不潜水。鸥结合游泳和翱翔的天赋漂浮在波浪上，或象一艘在风前的单桅帆船在微风上滑翔一样。大多数鸥比鸽子大，在比例上翅翼要长得多。它们大多是白色的，背部则带珍珠似滋润的灰色。幼鸟有褐色斑纹。属于这一科的12个种鸥广泛分布于美国，欧洲，北非和澳大利亚周围水域

内。有一些种是不迁徙的，而有一些则是迁徙性的。一种南方鸥（*Larus dominicanus*）是极地附近的次南极洋的鸟，很多在火地岛（Tierra del Fuego）和其它冰川很多冰所覆盖的岛上繁殖。这种鸟也将它的繁殖范围延伸到沿南美热带西海岸，事实上延伸到秘鲁流与大陆相接的地方。

鸥是作为庄严与机灵的象征而闻名的，但是在这些属上它们和它们的近亲燕鸥相比，大多数燕鸥（terns）可以立即被识别，因燕鸥有两个特点——分叉的尾和黑色的帽子。在秋天和冬天帽子在后部跨过耳朵，并露出白色的头的前部。

燕鸥比鸥更具流线型。它们的翅膀较狭，尾较长，腹部较长。

有十几种燕鸥在美国筑巢。有一些是普通燕鸥（大西洋海岸）、最小燕鸥（大西洋与太平洋两岸），皇家燕鸥（仅南方各州沿海），以及黑燕鸥（内陆和大西洋太平洋沿岸）。这些海洋燕鸥或海燕都不善于游泳，但是极端活跃的鸟，它们在很高速度之下潜入海水内捕捉猎物。小燕鸥（*Sterna hirundo*）普遍出现在世界海洋所有海岸上。

比燕鸥大但比鸥小是热带撇水鸟（撇水鸟科（Rhynchopidae）的三个品种，出现在热带非洲、印度和美国与南美洲海湾区域，主要摄食鱼类。在美国，黑撇水鸟是一种奇怪的鸟，常常和燕鸥一起出现在大西洋沿岸。它的上部是白色的，有一长而不相等的红色的喙。

海鸦（auks），海鹦（puffins），海鸠（guillemots）属于鸥目翠鸟科（Alcidae）（潜水海燕在解剖学上和习性上和海鸦相似）。这些短翅的鸟是北方海域的栖息者，多少与南半球的企鹅相似。它们食取栖息地区的鱼类和浮游生物，栖息地区接近冰岛、格陵兰和拉布拉多半岛。

综合以上所述，一生中长期离开陆地，并且从大海中获得它们的食物的鸟称为海洋鸟类。海洋鸟类中数量最多的属于鹱形目的鸟，包括信天翁、管鼻鹱、海燕与鹱。这些鸟具有大的鼻盐腺，以控制盐的分泌。

候鸟中最有趣的可能是游荡信天翁（*Diomedea exulans*）和北极燕鸥。南半球信天翁是一种大的（有的鸟翅距达 3.7 米），强壮的海洋游荡者，以绕地球飞行而闻名于世。这些鸟是白色的，翅端为褐色，浅黄色的喙和蓝—灰色的腿和足。它们大多在冰川，南极岛屿，如南乔治亚岛上筑巢。北极燕鸥（*Sterna paradisea*）其大小如小海鸥，每年在北极与南极地区之间作约有三万五千公里往返旅行。

某些其它候鸟夏天在欧洲渡过，冬天则在南美洲；其它如大鸬鹚（*Phalacrocorax carbo*）和北极贼鸥（*Stercorarius parasiticus*）则从欧洲北部飞到非洲沿海。白胸鸬鹚或鲍氏鸬鹚（*P. bougainvillei*）是鸬鹚科的南极分支的成员。它的最近缘的亲属是麦哲伦海峡、新西兰、亚南极岛屿，和南极大陆沿岸的鸬鹚，但它与南美或北半球的其它鸬鹚的亲缘关系则较远。鲍氏鸬鹚的范围是沿南美洲的西海岸从中部智利延伸到赤道 6°范围之内。高约 50 厘米，重约 2 公斤的这种长翅膀，长嘴鸬鹚有明亮的绿色和绿—黑色的颈和背，明亮的白色胸脯和淡红色的足，左眼周围有一块明显的裸露的皮。鲍氏鸬鹚是很有能力和强壮的飞行者，完全依靠海面的生物为生，也是最有名的秘鲁鸟粪鸟（guano birds of peru）。

这些鸟的航行机制还没有很好地了解。小的不飞行的阿德利企鹅具有从冬季栖息地的浮冰群中返回到上年繁殖地点的能力的机制也没有完全了解。同样，有关许多极地区域的潜水鸟如海鸦、海鸠、海鹦和翠鸟科的其它鸟类的迁徙知道得也很少。

所有的鸟对海洋表层生物的影响是相当明显的，例如数百万吨的鳀鱼每年被在秘鲁海面上生产鸟粪的鸟所消耗掉。毫无疑问，好几百万吨其它海洋生物每年将由选择性较小的鸟从世界海洋中清除掉。

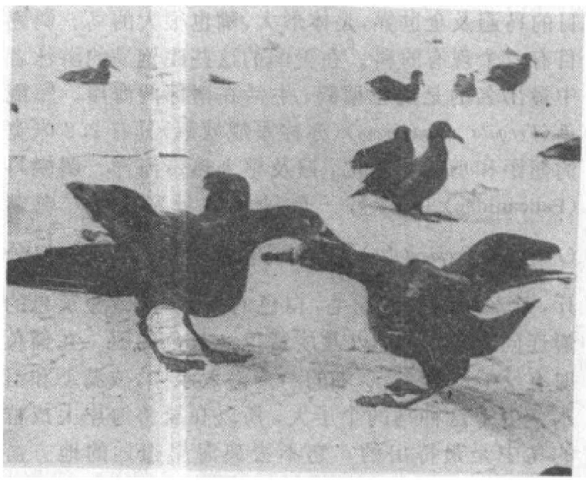


图 1　两只黑脚信天翁（黑色足的信天翁）在中途岛的沙岛（Sand island）的海滩上"跳舞"

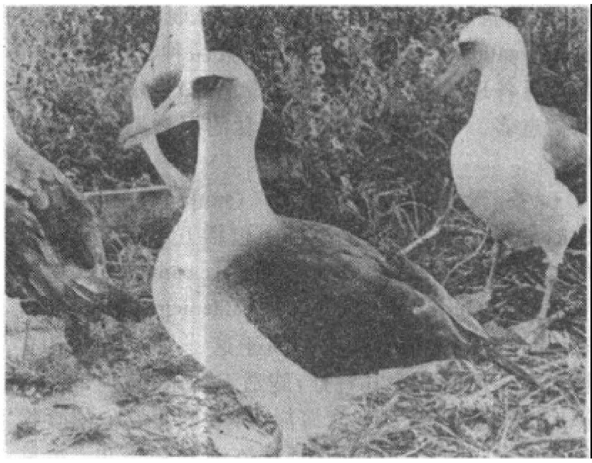


图 2　Laysan 信天翁具有长的翅膀，特有的钩曲的喙和长的、管状的鼻孔



图 3　一只壮观的雄军舰鸟显示它的可膨胀的紫色颈囊，颈囊是在求爱期间产生的

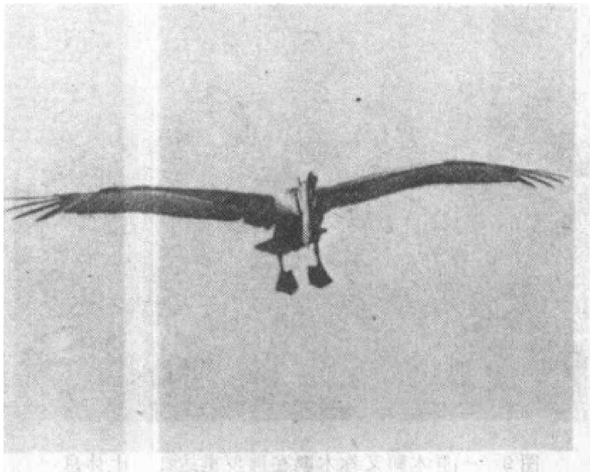


图 6　一只褐色的塘鹅在北卡罗来纳的奥克克拉考克(Ocracoke)附近筑巢的岛上空高飞

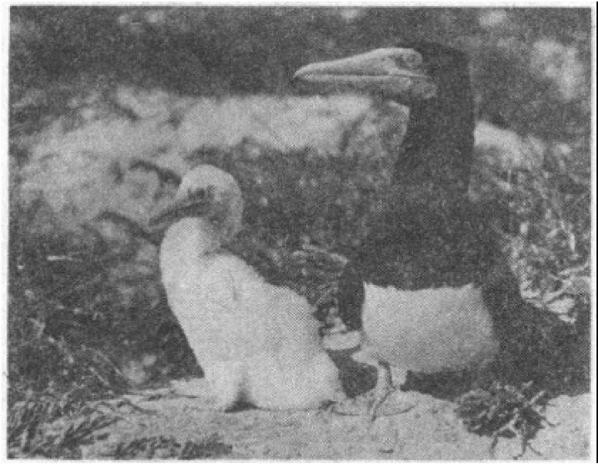


图 4　一只海鹅看护它的下一代



图 7　一只鸬鹚潜水之后在太阳下干燥浸透水的羽毛，潜水是为了捕捉赖以为生的小鱼。

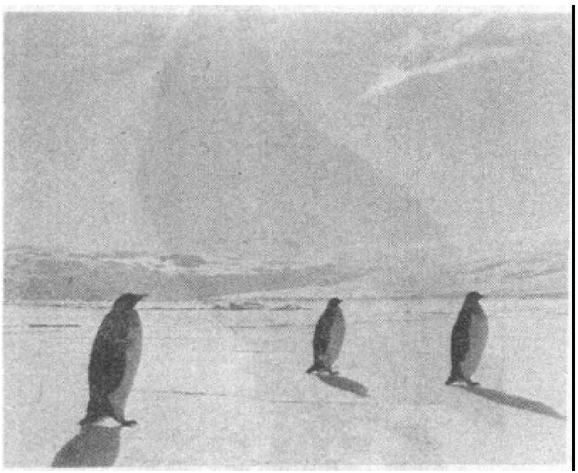


图 5　皇帝企鹅在南极冰的边缘上行走

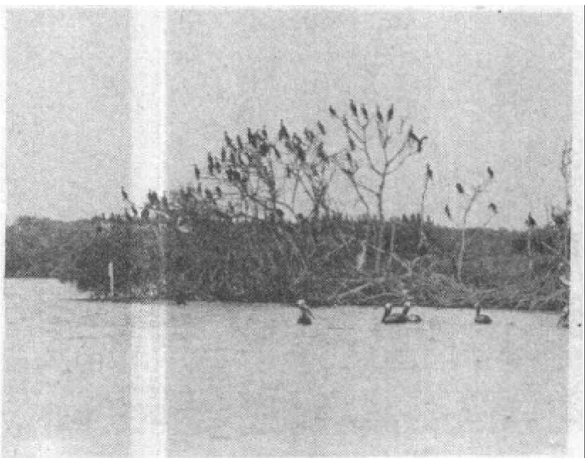


图 8　鸬鹚，蛇鸟与塘鹅在佛罗里达国家野生动物保护区的塘鹅岛树上和水中休憩

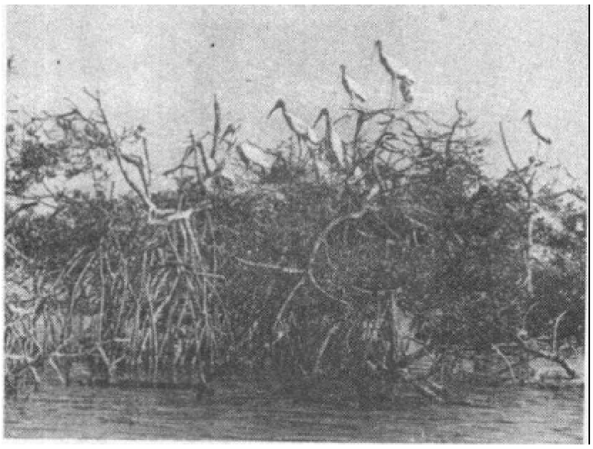


图 9　一群木鹳又称木鹮在佛罗里达红树上休息

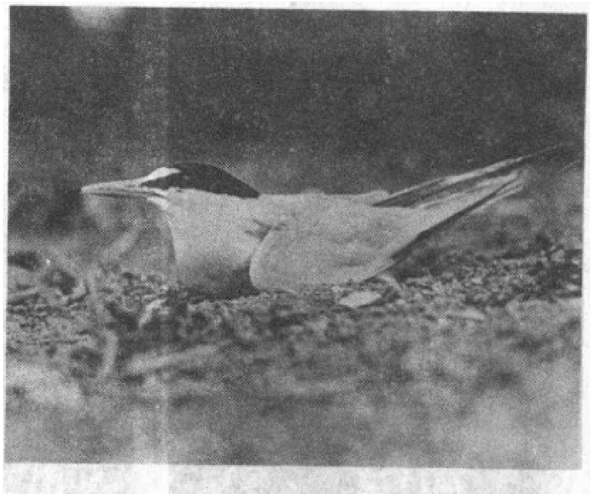


图 12　最小燕鸥几乎与所有的燕鸥一样具有分叉的尾和黑色的帽子



图 10　风吹动大蓝苍鹭长颈上的羽毛，羽毛是苍鹭在繁殖季节穿戴上的



图 13　一只东方绿苍鹭在红树林中间远方凝视

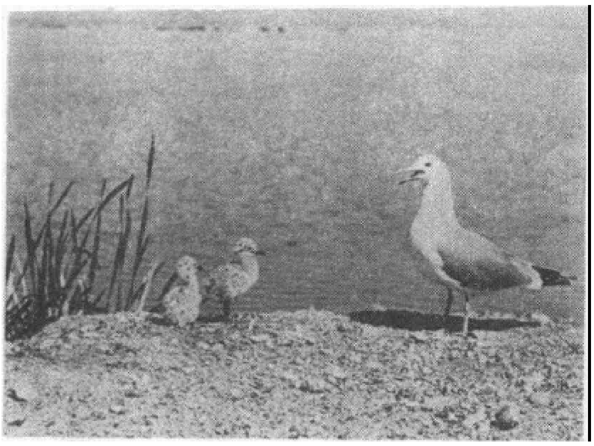


图 11　一只加利福尼亚海鸥在给它的孩子们上课



图 14　这里所示的羽毛丛生的海鹦是白令海沙州的土著，在白令海那里，它是捕食海中小鱼的能手

海洋光学(MARINE OPTICS)

研究海洋环境中光线和视力的科学。

光学或光线的传输可以从折射、反射、吸收、散射和颜色的角度讨论。

在水下海洋环境中，影响能见度的主要物理因子是光线在密的水介质中和在空气中的行为是不同的。以某一入射角投射到海面上的平行光线，部分反射，部分折射。一般地说，反射角等于入射角。光线从空气中传入水中时产生弯曲，即众所周知的折射效应。在空气和水界面上的折射正比于两介质中的光的相对速度。当光波从空气进入水中时，速度减小。入射角 I 和折射角 R 的关系，由斯涅尔定律给出，即

$$\frac{\sin I}{\sin R}=\text{折射系数}$$

对于空气和水，该值等于 4/3。

折射可以使物体显得比真实的尺度大或者小，也可以使一种状态呈现成另一种状态。在水中，虽然人的眼睛的功能是正常的，但是折射使在附近的物体显得比它本来的更大或更靠近。

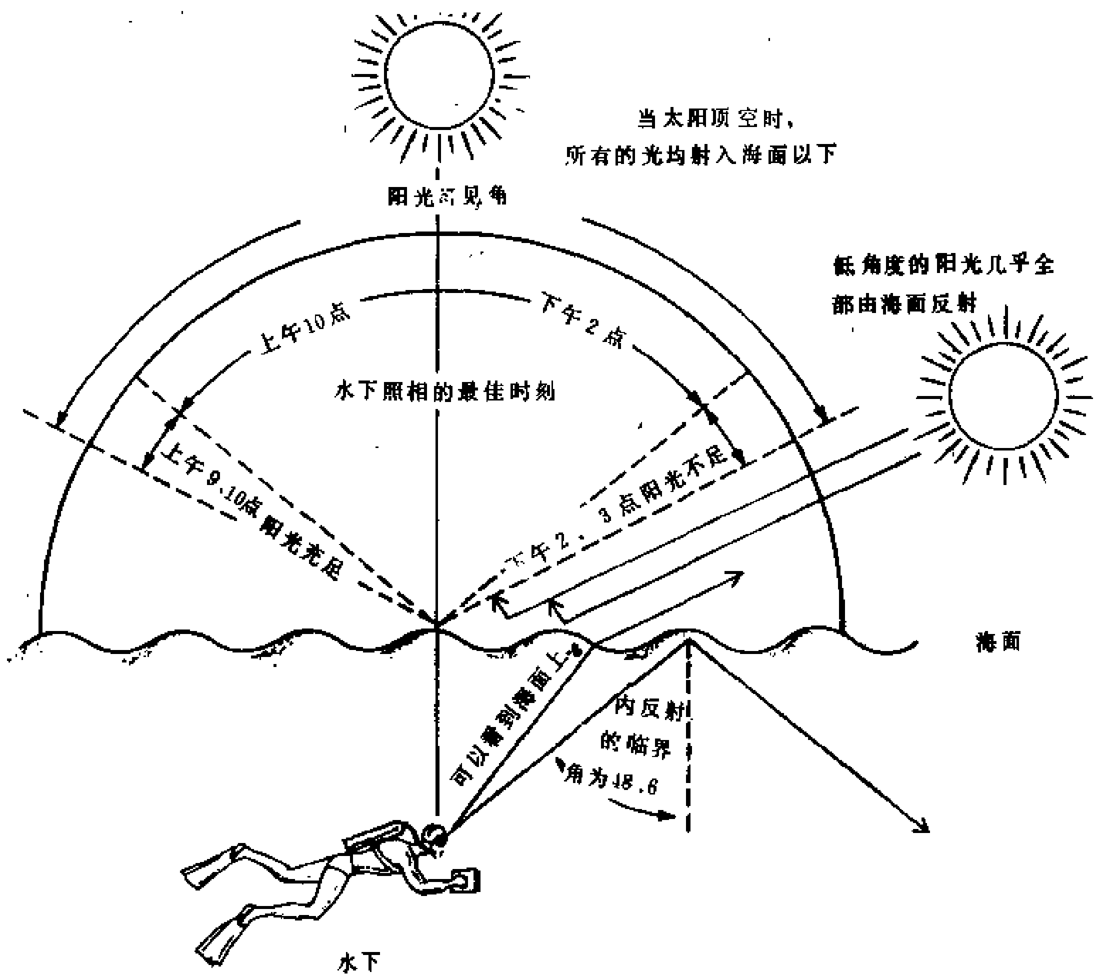


图　水下光的日变化

入射到海水中的入射光，由于海水的吸收、散射、绕射和反射而减弱。散射是由海水本身或者其中的散射体的漫射产生的；反射是由海水中的悬浮颗粒产生的。光束穿透的深度直接依赖于悬浮的和不溶解的颗粒物质。在水中，向下传递的辐射程度是由吸收系数确定的。海洋学家们测量了海水的吸收系数。仅有散射物体散射的光达到区域，不能成像或没有光明。这将有益于潜水员和水下摄影者。另一种情况，产生反向散射，干扰视力与水下摄影，包括人工光源，这则是有害的。

海水的颜色则随几个因素而变化：云、水深和水中的颗粒。颗粒包括营养物、沉积物、活着和死了的植物和动物物质。高透明度的开阔海洋的海水（如美国东海岸的湾流水），从平台表面上观察时，由于光在水分子和细微的悬浮粒子上的散射，海水通常是深蓝色。波长短的蓝光，比波长长的光散射强烈。海水可能变成暗绿色，并且阴暗的范围可由黄绿色到蓝绿色，这则与水中悬浮物质的总量有关。

阳光入射到海水中，阳光的强度由于被吸收而

减小。例如，当光到达深水时，红光在比较浅的深度被滤掉，深度大一些则是粉色被吸收，再次是黄、绿和蓝，各种颜色的滤去程度不仅与深度有关，同时还与其他因素诸如盐度、混浊度有关。海水吸收可见光谱中的长波和短波部分，因为用于光合作用的大多数能量来自蓝、绿和黄色。在某些地区、分解了的黄色物质变成腐殖土，并且生产浮游植物，新陈代谢作用是通过海洋的蓝颜色向绿颜色的传递产生的。以有色的悬浮藻类的存在可以解释经常在沿岸海区观察到的褐色和褐红色的现象。同样，在这些地区时常出现的颜色的变化，是由于从河里流出的营养物质和沉积物产生的，浅水波浪扰动了海底沉积物的作用的结果。

水下光传播可以完全改变水下物质的颜色。例如，某个物体，在水表面上看是红色的，而放到水下则为黑色的，这是因为海水吸收了红色光的缘故。同样道理，一个蓝色物体在绿色水中，同样显现出黑色；在绿色水中的黄色的物体，有点像白色或者暗白色。在绿色水中的红色和蓝绿色物体和在透明海水中的黄色和暗蓝色物体将保持它们的颜色。

海洋污染(OCEAN POLLUTION)

海洋污染基本上是人类活动的副产物，它是通过能量特性、辐射水平、化学和物理组成以及生物的分布、丰度和质量等变化的直接或间接效应引起海洋环境的有害变化。

世界大洋仅为人类所污染这种普遍的看法忽视了如下事实：海洋是生活在其中的多种"居民"所产生的所有废弃物的天然贮器。海洋实际上也是陆地上发生的一切地质输送过程的沉淀池。这些过程由于自天然海洋体系之外引入了物质，故能引起海洋环境的变化。

当然，人类必需与这些天然来源的废弃物共处。然而，人工物质分散到海洋和海水接受这些物质的能力却完全是另外一回事。由于世界人口和每人所用能量的不断增加，世界大洋中已检出了许多以降解的形式存在的物质。但"海洋正在死去"这种耸人听闻的说法在科学上是不真实的。世界海洋的某些重要的污染源是：污水流出物，向海洋中排放下水污泥和疏浚淤渣，河流排出物和陆地径流，船舶废弃物，偶然溢出的油和化学物质，海港碎屑，工业废弃物，由脱盐工厂等排出的热能，氯代烃，如滴滴涕，艾氏剂一毒杀酚类物质：艾氏剂、氯丹、狄氏剂、异狄氏剂、七氯和毒杀酚。

已在世界大洋中检出了来自上述方面的污染物。这是因为人类的废弃物最终只能排放到大气、陆上或水中。被排入大气的废物沿地球表面水平或垂直方向传播。其数量随时间而变化。这类污染物的大部分并不长期停留在空气中，终将要沉降到陆上或水中，或转化为某种天然形态。然而，分散在陆上的废弃物并不象在空气中那么容易分散开。地表

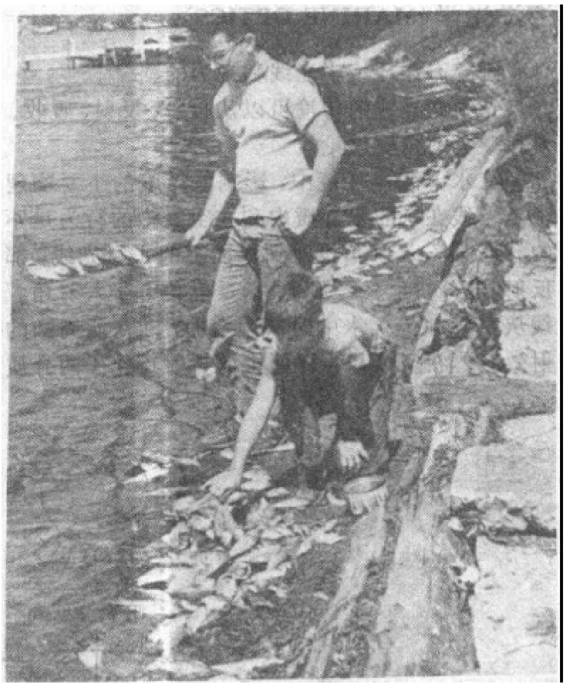


图 1　由于向一个生物活跃的海区排放大量废弃物而致使死亡的鱼遍布海滩上



图 2　这是一张卫星照片，它突出了与长岛和新泽西海岸相邻接水域中的一个不均匀的模糊轮廓。这一现象显示出废弃化学物质的排放，这些废弃物被认为是对局部生态系无害的物质

径流或地下水能将这些废弃物或其降解产物输送到海洋。某些污染物可能被转化为天然形态，但转化速率很慢。被排放到地表水或地下水的其它污染物，在沉积层中保留一段时间后，就找到进入海洋的路线。因此，世界大洋是那些不能在空气中和陆上保留的各种污染物的最终的汇合处。沿岸和近岸水中污染物的浓度最高，那里对人类活动的影响最大，

因此情况更为严重。

热带和温带海洋生物群落对这类污染的作用可能不同，虽然现有的某些证据是有矛盾的，但发电厂的热水流出物所引起的温度效应，对浅水热带生物群落的影响极大。这种生物群落的热容限通常很小，其能容忍的最高温度接近于环境温度。年温度的变化范围也小于温带水。虽然在较高温度下化学污染物的生物降解速率可能比较快，但在热带水中这种效应可能因潮振幅较低而被抵消。

总之，除了物理和美学方面的问题之外，污染的其它最有害的作用是毒性。这种情况导致影响人类和海洋生物的一系列复杂的环境问题。所有这些有害的变化，都通过下述方式直接或间接地影响到人类食物和其它产品的供应、实物占有、娱乐和自然欣赏等。因此海洋学家重要的研究途径是由这类现象来决定的。这类研究能提供必要的环境资料，根据这些资料才能作出正确的政策决定［参见 “生态学”］。

海洋空气（MARINE AIR）

世界大洋表面上的大气。

大气或称环绕地球的气圈，分为两层：对流层和平流层。靠近地球表面的一层（海面至其上 10.5 公里高度）吸收红外线，起吸收作用的是水汽，并使表层温度升高。平流层在对流层之上，含有极少量水汽和大量臭氧（O_3），并吸收紫外线。平流层顶到 50 公里高度。

对流层中的大气气体（如氮、氧、二氧化碳、氩）对流混合，因而这些不同的气体并不分离，因此，除水含量随区域、高度和季节变化外，对流层的大气为均匀混合体。

在平流层中，臭氧是由氧分子 O_2 光化分离的氧原子 O，随即又与氧分子 O_2 结合而产生的。在上层大气臭氧还与二氧化氮 NO_2 作用，也与其他成分一起作用。

目前，对于对流层和平流层中的一些天然物质和人工物质的反应和循环还缺乏详尽的了解。然而，这样一些了解对于评价人类所受的影响却是重要的。由于技术上的成就，可能会使大气产生不被注意的变化。与此同时，在认识云和降水形成、大气混合过程和全球辐射收支的变化等，大气化学的重要作用是不容忽视的。

认识大气特征的基础是了解海气边界上的各种过程。在边界层上，大气赖以维持循环的一半的热能来自水汽的凝结热，并且主要是海水的蒸发而成。

地球百分之七十多的表面被海水覆盖，在海水中存在着大气中有的气体，而这些大气气体的浓度依赖于盐度、压力和温度条件以及在海洋中的反应。

大气中的氮气、氧气由生物过程维持在一定的水平上［参见 “氮循环”；“氧循环”；“光合作用”］。大气中的二氧化碳是由海洋无机物的沉积，开采出来的矿物燃料的燃烧，以及呼吸和腐质过程等控制的。二氧化碳通过海面从大气到海洋的过程比氧气慢得多。空气中的一氧化碳被认为是由海洋中散发出来的，由于海水中的有机物质的不完全氧化，或者是有机物质的新陈代谢的产物。氨只产生在海水的近表层和表层，并且快速氧化成硝酸盐或者直接被浮游植物利用［参见 “浮游生物”］。三种宇宙线产生的放射性同位素氢－3、碳－14、氩－39 出现于大气中，它们进入海洋，又作为气态分子 $^{3}H^{1}HO$，$^{14}CO_2$ 和 ^{39}Ar 返转回到大气中。

世界海洋大气中的另外一些元素及其化合物是气体氯或氯化物、气体溴或溴化物以及碘。在未被污染的海洋大气中，海盐颗粒和火山作用被认为是这些物质的两个可靠的来源，火山灰是大气中气体氯的来源。

大气相对湿度在百分之七十以上时，出现盐的颗粒。大多数紧靠海面上的大气层，相对湿度在 70—80％之间变化。有人认为，从海洋逸出的悬浮粒子中的氯化物和臭氧作用形成气体氯。另一些人则认为，氯气的初始形式是氯化氢，或者是氯化亚硝酰（NOCl）。

海洋空气中盐颗粒的平均质量，相对湿度为 90％时，为 $0.01—0.001\times 10^{-12}$ 克［参见 “颗粒性物质”］。海上下雨时，氯化物/钠之比，通常等于或低于海水中 1.80∶1 的比值。

在海洋和沿岸区域，海洋空气中的溴对空降颗粒氯化物之比，低于海水中的比 0.0034∶1。气体形态的溴，在某些地区占溴含量的 80—90％，而占氯化物总量的 35—40％。每种气体在大气中停留时间都很长（例如，气体溴比颗粒溴的停留时间长 7 倍）。

海洋空气中，碘（在微粒和雨里）的比值远高于氯和溴，碘对氯比值的变化范围可达到海水中出现的该比值的 100—1000 倍。高值可能产生于下述的情况，当碘在海水表面上生成时，它们就以盐水颗粒（由于碘和表层中存在的表面活性有机物质相互作用的结果），或者碘气体从表层中释放出来，并立即附着在颗粒的表面上。

至子氟，根据大陆降水分析表明，氟/氯大子海水中之比的 10—1000 倍。在各中大洋地区，氟、氯之比接近于海水中的比。在美国沿岸地区，氟、氯之比是最高值的 2—25 倍。

海洋采矿［MINING（OCEAN）］

在海底沉积物中，以及从海水中回收能源和矿物资源的过程。

据估计，海底含有的石油和天然气占世界总储量的百分之三十以上，它所包含的硬矿物量占世界总储量的百分之五十。面临着全世界对这些能源和矿物资源日益增长的要求，海洋采矿的能力也有了进展，在这些情况下，人们对这些资源已进行了开

采。

大规模发展近海海底石油资源的开采技术是1947年在路易斯安那海岸外开始的。在这次尝试中所积累起来的经验，为有关这方面的专家们提供了大量的基础知识，从而使他们后来能在其他地区（如北海和印度尼西亚近海）进行勘探和生产石油的工作。

1977年，世界上有439条钻探船从事这一工作，其中有24个是下潜式的，93个是钻探船和驳船，197个是升举式的，其余125个是半下潜式的。

这些钻探或开采装置主要有三种类型：(1)永久性钻探平台，它是陆地上使用的油气生产技术的一种发展；(2)流动型装置，其中升举式装置是一种常见的类型。这种经过适当设计的平台可以漂浮在海中，并拖到下一个钻探点，然后降下它的长腿，牢固地插人海底，再把其钻探台面升至海面以上；(3)漂浮式钻井装置，其中包括能拖曳到钻探点的半下潜式钻井装置，比之钻探船更稳当一些，因为它的网格状结构对波浪的阻力小。当需要把这种装置拖曳到钻探点时，就把海水灌入借以漂浮的巨大浮箱和浮柱中，使其下沉到足以保持稳定的深度。这种带有高高的高出水面的巨大钻探台面装置，除了在最高海面状况条件下外，在其他所有条件下都是稳定的。当这种装置进入钻探位置时，就用几根锚链把它固定在这个位置上，然后每根锚链用重锚锚住。钻探装置与钻井固定的另一种方法是动态定位法，此时，钻探船或半下潜装置下面的推进器可按不同的方向放置，其目的是为了提供可变的推力以克服把船体推离钻孔位置的风和海流的作用。这些推进器由船上的控制台控制，而控制台又是根据来自井口处的声信号来确定其位置的。

世界石油日产量中的大约百分之二十是由这些不同类型的钻探平台开采的，其数量大约为100万（10×10^6）桶。在1977年，近海钻探主要在水深小于200米的地区进行。然而，随着世界各国对近海石油事业的大量投资，每年在海洋的不同深度上都发现了潜在的重要油田。目前已有八十多个国家正从事于近海石油的开采，据报道，已发现的油田有：北美和南美的大陆架，澳大利亚、日本、地中海和红海以及阿拉伯海周围的国家，苏联，北海和南海。1977年，这些国家中有32个国家在他们的大陆架上开采了石油[参见 “大陆架”]。

大部分砂和砾石是在海滩上或是在海滩附近采集的。然而，许多沿海地区也都盛产这些材料，如碳酸钙贝壳和它们破碎石后形成的砂，都被用来生产波特兰水泥和石灰。牡蛎壳和其他钙质贝壳，在美国一些地区和世界其他地方都在开采。

过去有许多国家曾从洋底开采过铁、煤和硫的固结矿床（例如：芬兰：铁矿，日本、英国、土耳其：煤，美国：硫）。

有些矿物与盖在基岩上面的海滩砂共生或出现在它的下面，这些所谓的重矿物主要来源于陆地。当陆地上的岩石受到风、雨、冰和其他破坏性因素作用时，就在化学和机械的风化作用下破坏了。风化了的岩石碎块又被河川和风送到了海洋中，由于波浪的分选作用，较重的矿物和金属集中成为值得开采的矿床。显然，矿物愈重，它的沉积地离海岸愈近，所以，通常这些砂矿的产地位于现代海滩、濒滩和岸外几公里处。这些矿床通常含有金、锡和铂一类金属、还有象金刚石那样较轻的矿物、钛铁矿和金红石类钛矿物、白钨矿和黑钨类矿物、磁铁矿、铬铁矿和锆石类矿石。

大多数权威人士一致认为，在下一个世纪中能得到大量的、有经济价值的深海矿点以供应工业的发展。这种海洋采矿业将在满足未来世界对矿物资源的需要方面，特别是作为镍、铜、钴或锰的一种来源方面作出重大的贡献。据估计，在全球范围内第一批可进行商业性开采的矿点有180个到460个。即使在2010年前，这些矿点中只有10个到20个能投入生产，深海底也将是未来数十年中原料的一种来源地。只有通过对所有海洋的更大规模的勘探，才能完全确定其潜在储量，虽然研究表明，锰结核覆盖的面积和其潜在吨位都很大，它所含镍的潜在储量要比陆地上镍的储量（4500万吨）要大得多。因此，若干个商业性公司都曾提出了开采它的技术，开采工作预期在80年代初开始。然而，资金的花费将是很大的，与这一类事业有关的海洋法的细节还不清楚。此外，对于开采天然气、石油以及确定在南极地区存在的大量煤、铂、金、铜、铅、锌、铁、银、镍、锡、铀和钼的潜在矿床的合法性和工艺上的可能性也还不清楚。

然而，除了新的采矿业的发展潜力外，扩大过去的水下开采工作似乎也是可能的。此外，虽然海底矿床一般不如与其对应的陆地矿床那么丰富和有价值，但也有几处例外，例如英国康沃尔海岸外和印度支那海岸外的锡矿，南非海岸外的金刚石矿，新南威尔士、澳大利亚的锆石砂以及美国西海岸外的磷酸盐矿。

如果从“开采”这个词的严格定义出发，它们并未被开采过。过去回收的溶解在海水的矿物有钠、镁、钙和溴。实际上，美国所有的镁和溴都是用化学方法从海水中提取出来的。据估计，这一工作再加上海水淡化中可以回收作为副产的矿物的那些工作，在其范围和规模方面将会大大增长。同样，也可以通过吸收技术，从锰腰的废水中或从作为热电站或核电站的冷却液所使用的海水的排出中提取铀（其量估计为十亿分之三）。

从海水中回收氢气用于未来能量转换系统的可能性也是很吸引入的。

所有这些未来的开采和回收工作，不仅存在着技术问题，而且也涉及到法律和社会问题。如果这些问题能用某种方法解决，那么海洋中矿物潜在产

量是非常大的，因为实际上世界海洋资源还没有被开发过。

海洋鱼类[FISH(of the ocean)]

冷血的水生脊椎动物（有脊椎骨的动物）的统称，属下列各纲：(1)圆口纲(Cyclostomata)(无颌的)，例如八目鳗和蒲氏粘盲鳗；(2)软骨鱼纲(Chondrichthyes)（软骨鱼类），如鳐鱼和鲨鱼；(3)硬骨鱼纲(Osteichthyes)（硬骨鱼类），这一纲中包括具有肉质鳍或臂状或腿状附肢的以及有鳍条的鱼。有鳍条的鱼分为三类：(1)真骨总目(Teleoster)大而种类繁多的集合体，构成全部现有鱼的90%左右；(2)全骨总目(Holostei)，包括弓鳍鱼和淡水颌针鱼；(3)软骨硬鳞总目(Chondrostei)，淡水匙吻鲟以及淡水和海水鲟。海水鲟是大的，原始的，很多方面象鲨鱼一样[参见　"七鳃鳗"；"鲨鱼"]。

在一种动物分类系统中，所有17个门是在海洋中出现的，其中5个门全是海洋的。海洋容量极大，估计海洋中可栖息的区域比陆上和淡水的总区域大300倍左右。

海洋中的生物比陆地上的生物处于更为有利的物理和化学的环境之中。海洋中的温度变化小，又因水的比热大，即使变化也是缓慢的。绿色植物细胞制造食物的基本过程之一的光合作用需要水作为它的基础材料。海水可为它的栖息者携带和不断供给营养食品。加之，这一溶液的离子浓度有助于渗透调节，并且各种现象起到缓冲溶液的作用，也就是说，从酸变为碱或从碱变为酸的作用被抑制，因面可保持一个几乎是恒定的pH值[参见　"pH"]。正如患有关节炎的人常以游泳锻炼作为治疗方法一样，水所提供的浮力支持，使海中生物的骨骼比在陆上生物所承受的负担缓和得多。有些海洋生物不具有骨骼，但即使是具有骨骼的鲸鱼也只能依靠周围水的支持和水分而生活。

约有90%的在世界海洋中繁衍的鱼类可作如下典型的特征：具有鳃和鳍的水生的、有脊椎骨的、冷血动物。这样区别鱼类与其它海洋动物如海兽、软体动物（如蛤等）和甲壳类（如蛏、虾等）。

据鱼类学家估计，约有25000种不同的海水鱼。其中包括约2万多种硬骨鱼类，600多种软骨鱼类（例如鲨鱼和鳐鱼）和尚未发现的来弥补差异。但在这个总数中，许多种尚未定名而还有一些有时是重复定名的。这是由于描述不恰当和地理上的变异造成的。这种混乱的一个原因是由于有一些鱼雄的和雌的分别被描述成了属于不同种的鱼，因为，两者在颜色和构形上有很明显的差异（这种差异应归因到性别的两形性）。

海洋鱼类的体长变异很大，从成年鰕虎鱼长1.25厘米到长4米以上的旗鱼和鲨鱼，如长7.6—9米的姥鲨和15—18米的鲸鲨。但大多数海洋鱼类是小的，估计所有现存的种类平均长度约为15厘米或17.5厘米。

除了上中层鱼类（表层或近表层）如旺盛的鲱鱼，沙丁鱼和油鲱直接摄取浮游生物之外，大多数海洋鱼类是食肉动物，摄食比它们小的鱼类。但也有少数较大的鱼摄食浮游生物和各式各样的植物。有趣的是，两种最大的鲨鱼（姥鲨和鲸鲨）完全以摄取浮游生物为生。有的专家相信，大的大洋性的太阳鱼主要摄食水母。

大陆架区域包括浅海区域占海洋的7.6%。这些区域一般具有肥沃的水体，因为大陆架所处的地方具有有效的、营养物质的重复循环，即缓慢下沉的营养物质返回到透光层去的重复循环作用。透光层是大部分有机物质产生的地方，约有三分之二的海洋鱼类（或17000种）生活在这些大洋的区域内。这些鱼的大多数往往在离海岸约32.2公里的范围内游泳，在夏季，有一些溯河性鱼（例如鲑鱼）洄游到内陆淡水水湾和河流去产卵。其它栖息在靠近海岸水域内的鱼为了这一任务也会离开海岸，上层鱼如金枪鱼会洄游到许多很远的大洋水域中去，因为它们特别爱好那些水温对它们的新陈代谢最适宜的区域。

除了极深的，如在6096米和6096米以上的深水处之外，在海洋中大概没有一个地方是没有鱼的。有一些中层鱼类生活在次深海层环境中的上层区域。金枪鱼和旗鱼常出入在这一深度的区域内（但深度不超过914米左右），然而，在这一深水区内的居住者如灯笼鱼则与金枪鱼等有很少相似之处。金枪鱼和旗鱼也不一样，这一区域的栖息者具有称为鳔的充气的器官。鳔使它们在平衡的浮力下能够维持一坚固的骨骼和坚实的肌肉。因为，它们不仅能够生活在这样的深处，而且又能到食物丰富的水表层去洄游。这类鱼经常栖息在科学家称为深海声散射层或海洋的中深部分。这些部分主要是由作垂直洄游的海洋动物组成，在太阳没落时垂直洄游到海面，太阳上升时则下降到深处。这些作洄游运动的成群结队的海洋生物被认为可散射声响传送的声波。但是海洋生物学家还没有详细了解散射是怎样产生的，同时他们对那种生物栖息在这些水层内或这些生物在这些水层内是怎样行动的等问题还没有掌握足够的资料。

在914米以下的深海中有称作"无阳光"的鱼类[如角鮟鱇(Ceratoid anglers)和gulpen eels]，和其它鱼相比，它们很少有发达的组织系统。此外，在这些黑暗的区域中，还有各种发光的鱼和其它动物，但在1371米以下即使这种化学光也是稀有的。

在1828—5485米深处，一个黑暗、盐度和在赤道与两极的寒冷情况无变化的区域中，人们也发现了鱼类的标本。但这些鱼类与直接在这一区域上面的水层区的鱼基本上没有大差异。在5485米以下的水层内，很少发现具有脊椎骨的鱼。

这些年来，对种类繁多的海洋鱼类的命名，由于

混乱而复杂化了，因为对海洋鱼类有科学的命名（学名）、统称、俗名以及和创造的名称。

科学（拉丁）名称是由动物学家遵守国际动物命名委员会规定而确定的。根据委员会的规定，如果动物学家发现没有学名的一个鱼的品种，那么他应对此品种作恰当的描述并按规定给以拉丁名称。名称是由两个部分组成——属名和种名（如 *Thunnus Obesus* 或肥壮金枪鱼）。瑞典生物学家林奈（Linnaeus）在他的 1758 年出版的著作中提出了这一全世界应用的科学名称系统的工作基础。

这一拉丁双名系统，虽易受改变，对科学家仍然是有价值的。但是，对普通人的应用，则无多大的意义或太麻烦，因而统称往往优先于拉丁名称，对于一个非专业人员，当他说到旗鱼（marlin）时，实际是指 *Makaira nigricans*（太平洋蓝旗鱼）；当说到箭鱼时，实指 *Xiphiao gladius*；当说到刺鲅时，是指 *Acanthocybium solandri*；当说到海豚时，是指 *Coryphaena hippurus* 等等。但是，这些通称也常因地理和习俗而复杂化，例如，大鳞大马哈鱼（*Oncorhynchus tshawytscha*）在加利福尼亚称为 King Salmon，而在阿拉斯加则称为 Chinaok Salmon。

属于同一品种的鱼摄食习性相同则会成群移动（鱼群一字"Schools"有时作"Ahoals"），但不是所有的鱼都起群，其原因至今还没有很好地研究清楚。关于成群的原因已提出几种理论。这些理论包括安全，群越大则群中的任何一个单个成员被食肉生物所吞食的机会则越小。另一理论是在鱼群中游泳，群中的许多成员可以沿着群首的踪迹漂浮，而使用较少的游泳力量，因而比之单独一条鱼独自游泳时消耗较少的氧。此外，这些鱼都是以摄食较小的鱼和小的无脊椎动物为生的，因为这些被捕食的动物难以避开鱼群，所以成群后一定可以获得摄食方面的便利［参见 "无脊椎动物"］。还有，通过这种移动模式，生殖获得成功的可靠性更大，这也许是另一基本原因。因为产卵时大多数雌鱼自由地把卵排放到雄鱼射出的一团精液中去。在成群的鱼中，精液是很浓厚的，这一浓厚的情况保证了精子与卵子接触而产生受精作用。单个的雄鱼和雌鱼在一起产卵时，精液可能由湖流而漂离卵子。

鱼类的色素即鱼细胞中的呈色物质主要为类胡萝卜素（也是植物与动物中主要色素）。类胡萝卜素有两种化学类型：碳氢化合物的胡萝卜素和氢与碳之外，并含有氧的叶黄素。在鱼类中叶黄素主要有三种化合物：虾青素，蒲公英黄质和黄体素。大多数品种含有黄体素和/或虾青素，或蒲公英黄质，并非两者都含有。

虾青素是与鲑鱼肉的颜色有关的色素。在甲壳类中也存在，一般与蛋白质结合；在此结合体中虾青素呈蓝色或绿色，与水加热时蛋白质键断开而释放出红色的虾青素。在几乎是所有的鱼类中，这些色素都存在于鱼皮中并以酯化体出现。

现在，对鱼类的特性和习性的许多方面仍然不甚了解。鱼类的基本新陈代谢作用和哺乳动物是相似的。鱼类比之人类对疾病和生物化学变化更脆弱，因而可能用作对人类的早期警报系统。依靠研究各种化学的环境污染物对鱼类的连锁反应，可得到保护其他生物体的有用线索。这些污染物包括农药，DDT 的残余、艾氏剂，狄氏剂和毒杀芬，加上多氯化的联苯——PCBs 以及其它一些时常排放到主要的化学槽和世界海洋中去的污染物。例如最近才知道 DDT 侵害鱼类的神经系统。积贮在龙虾肝脏内的 DDT，可迫使龙虾发生痉挛。在实验室中，小量的有毒化合物，多氯化的联苯，影响鱼的甲状腺，较大量的 PCBs 将引起鱼鳍烂掉。较少量的农药，艾氏剂和狄氏剂可改变鱼类氨基酸代谢并产生智力减退的征兆。另一杀虫剂——毒杀芬则侵害骨骼的组成［参见 "生物海洋学"；"海洋污染"］。

海洋养殖(SEA FARMING)

见 "海水养殖"。

海洋药物(PHARMACEUTICALS FROM THE OCEAN)

指可以从海洋生物体及海水中分离出来，用以治疗人类疾病的药剂、药物和维生素等。

远在古代，世界上的许多民族便已应用海洋动植物中获得的物质治病疗疾。例如，罗马人用魟鱼的逆刺治疗牙疼，日本人用有毒鲀鱼的卵巢物质作祛痛剂。

鉴定和加工一些海洋生物中分离出的药物，在现代是一个值得努力的，富有前途的领域。在治疗人类疾病中起到重要作用的许多抗生素，甾类化合物、毒素、多糖及其他物质已经从海洋物质中生产出来。具有潜在治疗价值的其他物质正在调查。下页表代表性地说明了海洋生物药物的这个领域。

如表上所示，海洋生物中的许多种化合物，一旦在科学上鉴定出特征，则可用作化学模式生产新的药剂和药物。其他的一些化合物经过萃取、改变成分或化学合成后，可以或正在直接地用作药物。人们认识到，生物药物学研究带来的利益就立见成效，也是具有长远影响的。从根本上说，这类研究包括下列领域：

1. 在医学上具有重要意义的海洋生物的分类学和生态学；
2. 海洋生物生物活性的筛选；
3. 海洋生物食物网的调查研究；
4. 海洋生物产生毒性周期的研究；
5. 海洋生物应用作生物医药学研究工具的研究；
6. 海洋生物食物网中工业废物污染物的调查研究；
7. 海洋生物用作新药物的源泉；

8. 海洋生化物质用做研制新合成化学物质的模式的研究；

9. 新的海洋食物的健康安全标准的评价；

10. 海洋生物毒物作用及其他由海洋诱发的疾病的临床诊断、治疗及预防；

11. 海洋生物疾病过程的研究。

海洋生物	提取的化合物和药物	实际用途及潜在用途
一种海藻	藻酸钙	止血
一种海藻	硫酸盐化昆布多糖	防血凝剂
角叉菜	角叉菜胶	治疗胃溃疡、制作胶原
多种海绵	阿糖胶苷	抑制肿瘤生长
多种海绵	各种化合物	降低血压，改善心音、治疗病毒疾病及某些癌症
毒鲉（世界上最毒的鱼类）	各种化合物	降血压
海参	各种物质	治疗肿瘤
罕蛤	各种物质	治疗肿瘤
Sea Whip	类似前列腺素的物质	用作基础生化过程中的重要激素
多管水母	多管水母素	测量人体钙浓度极微变化的有效试剂，这些极微变化往往是细胞和骨殖疾病的先兆
章鱼	5-羟色胺	组胺释放剂
海葵	5-羟色胺	组胺释放剂
章鱼	Elodosin	类似血管舒缓激肽的肽类物质——用于实验室中合成新药物的模式
海藻、细菌、菌类	抗菌药物	抗生药物
大型无脊椎动物	（如丙种头孢菌素）	
蓝藻	脂肪酸	防治若干种致病微生物
鲀鱼、太阳鱼鳞鲀及鲵鱼	河豚毒素	治癌
浮游生物和	麻痹性贝类毒素	麻醉剂化合模式和治疗心脏及神经紊乱药剂
腰鞭毛虫	裸沟虫毒素	
海星和海参	各种化合物	刺激心脏和阻滞神经的药物

这类研究表明，具有抗生、抗病毒和杀菌特征的海洋生物物质的范围是十分广阔的。在这类物质中，许多已经具有商业用途，其余的具有潜在用途。具有潜在用途的药物，可以用以治疗涉及神经系统、心血管系统、泌尿系统、消化道系统等人体系统紊乱。简言之，数量繁多的海洋动植物有的含有，有的制造出一大批复杂的化合物质，这些物质可以用作新的药剂，代表着一种人类尚未能触及的宝贵药物资源。在探索这类宝贵资源中，完全有可能找到对付和控制、威胁海洋食物经济的工业废物，或分解其毒效的方法。

海洋植物（PLANT LIFE IN THE OCEANS）

包括那些不是动物的海洋生物，其通常的特点是具有叶绿素，一个坚硬的细胞壁，和没有活动能力。海洋植物包括象原核生物界（Prokaryota）中的蓝绿藻，单细胞生物界（Protista）中的硅藻和甲藻，以及多细胞植物界（Metaphyta）中的许多海藻和真菌类，还有多细胞植物界中一些被子植物或显花植物［参见 “真菌”］。

与已知的30万多种陆生植物和广博的海洋动物相比，海洋植物群是十分有限的。

再者，多数海洋植物与在陆地上的植物在许多方面是不同的。不过，有些蕨类和十二属（或类群）显花植物（被子植物）（与所有其它数群明显不同的、有密切关系的植物品种）有点象陆上的植物。与这些相类似的有固定的显花海草［如大叶藻（*Zostera marina*）］［参见 “海草”］。这些特殊的植物常见于全世界许多沿岸系统。它们完全浸没在海水中，生长、开花，它们的线状花粉则由海流传播。

不过，所有海洋植物的绝大多数是由海藻，硅藻和甲藻构成的。这些细小的植物被称为海洋初级生产力，因为它们通过光合作用担负大多数碳的固定。

这些植物从海水营养物中取得营养。营养物对所有海洋生命提供食物来源。植物体首先成为小型甲壳动物和一些鱼类的食物，而这些动物和鱼类又为其它动物和海鸟所吞食。动、植物尸体在海洋深处分解，这样就使海水肥沃起来，这些水又再循环到海表层去。通常发生的食物链应当是：

硅藻→桡足类→鱼类(如鲱鱼)→鱼类(如鳕鱼)或海鸟→细菌→硅藻。

参见“细菌”;“桡足类”;“可栖息区域”等条。

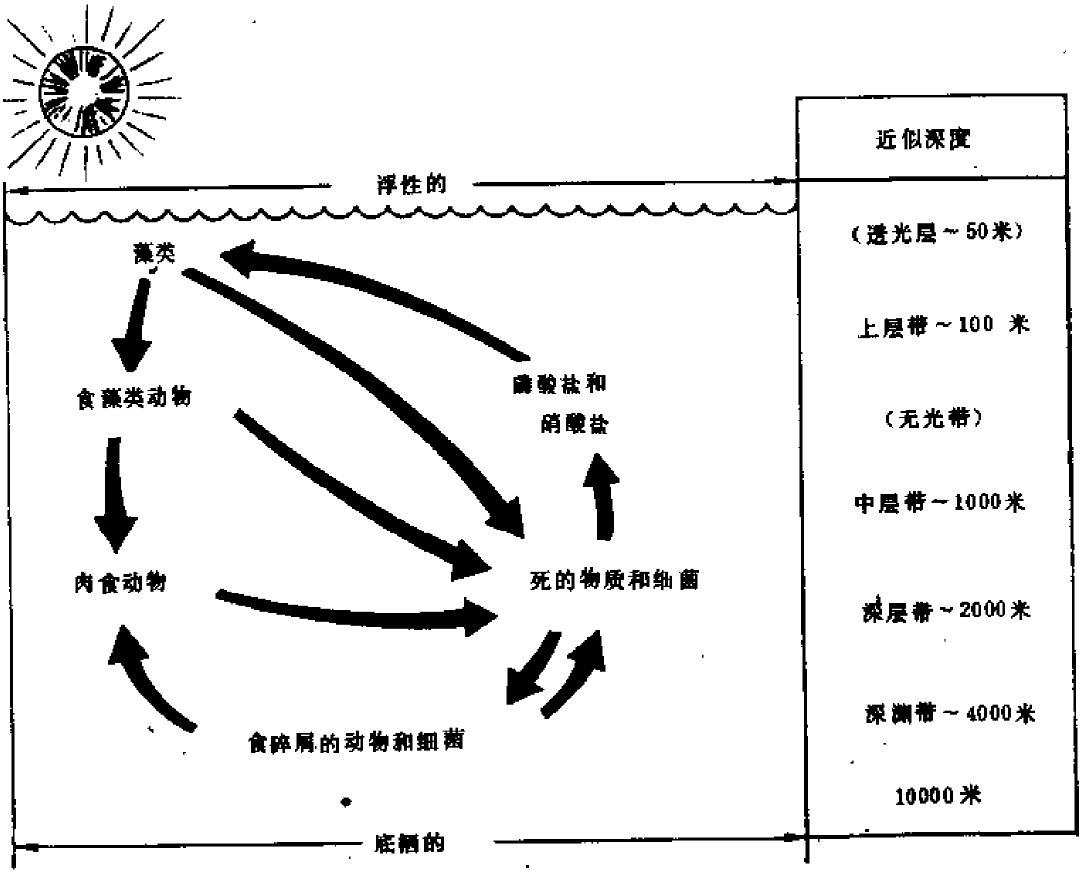


图　此图表明了海洋生命的循环和不同的海洋栖息区域

海洋噪声(SEA NOISE)

各种声源在海洋中产生的声音。这些声源包括海洋生物、洋流、波浪运动及航行船只等。众所周知,声波在水中的传播速度较空气中声波传播速度快5倍,即1480米/秒与327米/秒之比。实际上,水下世界是一个相当喧闹的地方,这里的声级约比1微巴高10—15分贝(相当于忙碌的办公室里的噪声)。人们利用声谱仪可以测量这些海洋噪声,并可对它们的组成部分作图形记录,对各个频率进行分析[参见　“水声”]。

各种噪声源都是变化的,特别是海面波浪的运动、航行船只、轮船主机和螺旋桨、运动的洋流彼此间的摩擦、洋流与海底间的摩擦、海洋生物等噪声源所产生的噪声,其变化更为明显。

海洋生物噪声源　许多硬壳动物(如螃蟹、对虾、龙虾等)和软体动物(如蛤),它们的爪子、咀嚼口以及封闭壳的某一部分都能产生声音的变化[参见“软体动物”],此外,它们在进食和移动时,也会辐射声音。

鱼类发出的声音包括轧轧声、振动声和水动声。轧轧声由摩擦和磨锉产生,犹如蟋蟀发出的声音一样。鱼鳔产生的噪声象打鼓声,它由围绕鱼鳔的特殊肌肉产生。水动噪声是由鱼类突然运动引起的,这种声音听起来就象远处爆炸声一样。

海洋哺乳动物产生的声音往往是高音调的口哨声、尖叫声和刺耳的声音,海豚和鲸鱼发出的声音就是如此。某些种类的海豹和海狮发出的吠声和脉冲声也增加了海下世界的喧闹。人们最感兴趣的水下噪声是口哨声、蜂鸣声、嘟嘟声和啁啾声,这些声音可作为是否有海豹产生声音的鉴定,这种海豹长3.3米,重585公斤,是属于南极海豹的一个品种。这种南极海豹可在相当深的深度和全黑的条件下捕食鱼类,可想而知,和鲸鱼相同,声音在这里也用作声呐导航。海豹的听力与人类大不相同,它们的声音由很高的频率和靠得很近的脉冲组成。海豚的听力也相当可观。实验证明,这些动物可检测到100—120千赫的超声频率。对于多数声音,特别是对无脊椎动物和鱼的声音,很少知道它们的特征,但却知道海豚(以及鲸鱼和海豹)在一群之中彼此之间的通信。

声波或声能技术也被海洋学家用于研究海底的形状和沉积层的性质,以及对沉积层下面海底的研

究。为了可靠地应用水声技术，了解海洋中生物有机体对传输和接收声波的影响是十分重要的。海洋生物中的多数都能自己发出声音，当在海洋中作垂直迁移时，它们的地理分布和垂直分布，对不同频率声波的散射机理都是重要的研究课题。

其他影响声波传播的海洋现象是温跃层、内波、洋流及小于1006米的天然声道[参见 "内波"；"温跃层"]。在这些声道或声波导中，声频的压缩波可传输到很远的距离。从原理上讲，这是由于深水中压力增加致使声波向上折射的结果。在深水中，压力增加对折射系数的影响远大于温度下降的影响。其结果是在中等深度形成了波导。

海底扩张(SEAFLOOR SPREADING)

见 "大陆飘移"。

海底峡谷(SUBMARINE CANYON)

"海底峡谷"这个词，人们常常不太严格地被用来表示海底各种各样的山谷和狭长的洼地。然而，经过一个世纪的大量研究后，地质学家们已经能够根据物理特征和可能的成因，把这些山谷划分为几个具体的类型。

海底峡谷 这种峡谷的特征是：峡谷的形状是V字形，谷壁高而陡且多岩石，谷底不断向外倾斜。所以，在总的特征方面，它与陆地上的峡谷相似（例如，大峡谷），陆地上的峡谷是被河流切割后，侧壁在重力蠕滑作用下逐渐加宽造成的。所有海底峡谷都是从大陆架开始的，而且大部分都在大陆坡坡脚处作为出口。很多海底峡谷都有冲积扇（宽阔的冲积裙），后者从它的口处向外扩展覆盖到大陆隆上，并在深海平原处结束。大多数海底峡谷都有很多分支，峡谷的主轴沿着它的延伸方向有若干弯曲部分。

各个海底峡谷的长度、谷壁高度和谷底坡度都有很大的差别。现在已经研究过的那些海底峡谷的平均长度为55.5公里，它们的长度范围可从6.6公里（夏威夷峡谷群中的某些峡谷）到426公里（白令峡谷）。其谷壁高度平均超过915米，目前发现的最高峡谷是巴哈马大峡谷，其谷壁高度为4280米。总的说来，海底峡谷的坡度要比陆地峡谷大，平均为58米/公里，其变化范围可从白令峡谷的7.8米/公里到夏威夷峡谷群的144米/公里。

在世界各地都发现存在着海底峡谷，其中很多峡谷的大小与大峡谷相当或者比它更大（大峡谷的深度或壁高为1700米）。这些峡谷中值得一提的有：巴哈马大峡谷，壁高4285米，长232公里；白令峡谷壁高1829米，长426公里；白令峡谷附近的普里比洛夫峡谷，壁高2134米，长159公里；马尼拉峡谷，壁高1829米，长57.4公里。实际上，谷壁的最大高度是很难测量的，上面所给出的数字已作过修正，取其接近值为300米。



图1 下加利福尼亚的一个砂瀑布。它把砂泻出约10米，使其进入圣卢卡斯角的海底峡谷中。最近的研究表明，沿岸流把砂从附近的海滩带到此峡谷中去

关于对海底峡谷的记载是J.D. 丹纳(J. D. Dana)于1863年首次在他的一篇论文中讨论

的，在这篇论文中，丹纳描述了哈得逊河口湾外的海谷。1887年，G. 戴维森(G. Davidson)发表了第一批海底峡谷的等高线图，这些图在全世界引起了对海底峡谷起源的争论，而且，激烈的争论一直延续到现在。在这段时间里，许多理论被抛弃了，剩下的理论可以归纳如下。

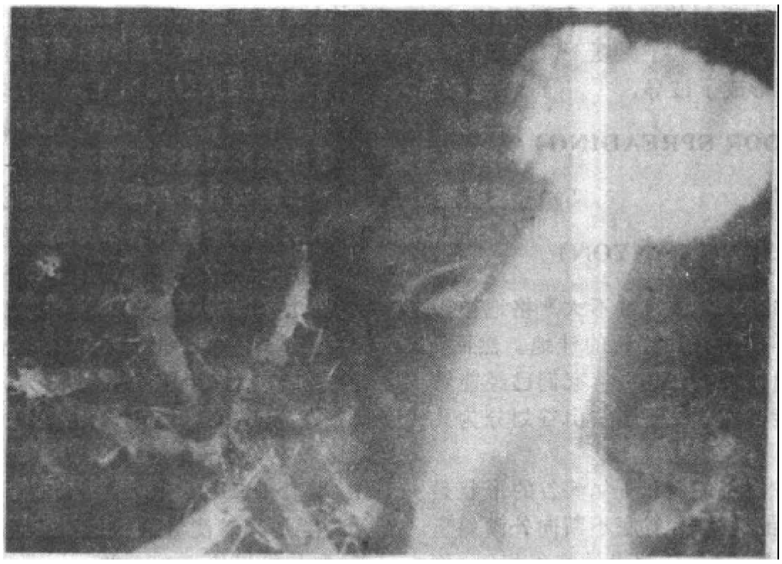


图2　位于水下约140米深处的一个海底峡谷谷底，这里生长着15厘米长的虾和46厘米长的海葵

* 当大陆架处于海平面以上时，由于山谷下沉引起水侵切割而形成峡谷。有很多证据说明，最后一次冰期导致了海平面显著下降，河流的切割作用向外扩展到了现在的大陆架上。此外，还有充分的证据说明，当大陆架的沉积载荷增加的时候，它曾经历过相当可观的下沉过程。很多海底峡谷目前是在河流口外，或在河流从前进入海洋的地方，而且海底峡谷的特征与陆地上河流切割所形成的峡谷很相似，这些事实都为此提供了进一步的证据。因此，这个理论认为，海底峡谷是在大陆架暴露为陆地时，由河流切割而成的，海平面的上升再加上下沉作用，致使这些峡谷浸没到现在的深度，而海流、沉积的蠕滑和流动使这些峡谷保持了清楚的轮廓。

* 浊流的侵蚀。在实验室内和自然界中都证明，在有坡度存在的情况下，当把大量沉积物注入水中时，这种混合物将会成为一条狭窄的、比较快速的水流流向坡下。然而，还没有使所有的地质学家都相信这种海流的侵蚀作用。无论如何，但这种理论认为，海底峡谷是由浊流切割出来的，浊流是由于沉积物在峡谷的前端大量和经常的坍落所造成的。这种侵蚀过程可能是从大陆架边缘开始的，并且一直进行到目前峡谷前端的地方。

* 由蠕滑、逐渐坍落和砂瀑布所引起的沉积物向峡谷下缓慢的块体运动所造成的侵蚀作用。过去20年的研究证明，特别是在加利福尼亚和下加利福尼亚海岸外，在沿岸流[参见 “海滩”]的影响下，沿着海岸运动的大量砂子在海底峡谷的前端截聚起来，并最终向峡谷底部蠕滑和流动。

* 由不同于浊流的底流引起的侵蚀作用。温度和盐度梯度，潮汐和内波[参见 “波浪”]都能够产生沿底部的海流。该理论认为，海底峡谷被切割的原因，可能是海流携带的沉积物的作用。在峡谷内曾观察到这种底流的作用(向上和向下两者都有)，而且，在某些情况下，它的强度是足以把沉积物带着一起运动。

* 大陆架基底或滨外坝[参见 “大陆架”]中的一个原始断裂持续发展成峡谷。目前大部分地质学家不仅同意大部分海底峡谷都能使其底部不受大量沉积物积累的影响，而且认为，很多峡谷正逐渐被侵

蚀着，并且其前端向着陆地方向扩展。他们还一致认为，这一过程是由谷壁物质的崩落和底切，浊流和其他海流以及沉积物的蠕滑的综合效果造成的。这一理论认为，造成目前大陆架的原始地面的边缘，或者用来蓄积沉积物的滨外坝很可能在它们的表面上到处都曾有过陡峻和复杂的地形和断裂。这种断裂如果很陡，那么它对其附近沉积物的积累是不利的。这样，原始断裂就会保持下来，而且在下沉作用和前面提到的那种过程的影响下向前端扩张。换句话说，这个理论认为，随着沉积物的积累，海底峡谷实际上是从底部向上增大的，而并不是在大部分大陆架沉积物形成后从顶部向下增长的。

扇形谷 从很多海底峡谷口向外扩展的沉积扇有大量的物质，在许多情况下，这些物质远比峡谷本身受侵蚀形成的沉积物要多。这些沉积扇通常呈V字形，或在某些情况下呈沟形的谷，这是邻近的海底峡谷谷底侵蚀部分的延伸。扇形谷两侧陡峻，其高度常达183米，而且都插入到未固结的沉积物之中。有些扇形谷沿其两侧有自然形成的堤，这说明带有大量沉积物的海流曾周期性的溢出高高的谷壁，而且在约束水流的谷壁一旦消失时，随着流速的下降，海流就会卸掉它的沉积物负荷。

陆架沟渠 陆架沟渠是一种穿过大陆架的较浅的海谷类型，其谷壁高度很少超过183米，且沿渠道常分布一些盆地，但从未观察到它与海底峡谷相交的现象。实际上，陆架沟渠并不是很普遍的。其中较著名的有：纽约海岸外的哈得逊沟渠，英吉利海峡中的赫德（Hurd）海渊，爱尔兰海中的圣乔治沟渠以及其他陆架的沟渠。例如，哈得逊沟渠是从纽约港入口处附近开始，穿过整个大陆架。在其渠道上有若干弯曲部分，平均深度在大陆架以下30米，宽度为4.8—6.4公里，并发现有几个深度约为18.3米的狭长海盆。

冰蚀槽 这种槽形海谷是在冰蚀海岸外发现的，其深度常大于183米，底部有一些盆地，冰蚀槽也存在着一些分支。有些冰蚀槽在海岸附近最深，随着离岸的距离增大而变浅，直到消失为至。劳伦琴冰蚀槽从圣劳伦斯湾开始，延伸1046公里直到萨格纳（Saguenay）河外241公里处的大陆架边缘，这当然是最惊人的一个冰蚀槽。冰蚀槽的宽度常为80公里左右，深度达518米。关于这些海槽是在大陆架露出水面时由冰川流过切割形成的证据是很多的，但是这种冰蚀槽成因理论还未被普遍的接受。

深海峡 深海底的这些海峡的剖面是槽形的，很少有分支，它可能是或可能不是扇形谷的延续。有些深海峡的走向是与大陆边缘平行的，而另一些却与大陆边缘之间有一个大的角度。最著名的深海峡之一是洋中峡谷，它从格陵兰西海岸外开始到格兰德滩尖端外面的深海底结束。海峡的深度在其周围海底以下约91米，宽度为2.4—6.4公里。许多地质学家认为，深海峡是浊流切割形成的。如果把它们看作是没有沉积过程的区域，或许是同样正确的，因为它们起着海流流动轴的作用。因而，在海峡中海流的速度是最高的，海流不太可能在这里卸下其所携带的沉积物。

意外的是，经过一百年的思索、研究和调查，对于海底这种巨大的地貌特征的成因还存在着重大的分歧，其中有些峡谷在长度和深度上使得陆地上相应的一些地貌相形见绌。但是，前者与后者相比，其研究的困难要大得多。人们所知道的关于海底谷的大部分知识，是来自回声测深仪的探测结果（从海底反射回来的声脉冲，来回的时间表示深度），这种测深是在离海底几百米甚至几千米的船上进行的。关于海底谷的情况，也可通过从船上投下一个带重物的采样管取得的沉积物岩心，或者拖在一条很长的控制电缆后面的照相机所拍摄的照片中取得。携带潜水呼吸器的潜水员潜入水中，或者潜水员乘坐潜水器也能在这种环境条件下的海底谷进行研究。在类似的情况下，关于陆地峡谷和山谷的成因问题可能也会有争论。

海面泡沫（SEAFOAM）

外海或沿世界各大洋的海岸的海水表面泡沫组成的，它是由碎波和降水而形成的。

海面泡沫是由相互间有一层液体隔开的水泡组成，在淡水中，水泡碰在一起时就聚合，但在咸水中，水泡碰在一起时会相互弹开。海洋中大部分水泡是由风浪引起的，但它们也可以由雨甚至雪产生。沿海岸形成的水泡是很小的，其中大部分的直径小于0.5毫米。

当水泡上升到水面时，它们就爆裂并把盐分溅到空气中去。每一个爆裂的水泡会射出几个水滴，并能射到比水泡直径大100倍的高度。人们认为，形成雨滴的大部分空中盐核来自水泡的爆裂。由这种水泡爆裂射出的水滴带有相当大的正电荷，大量的研究表明，通过这种方法，海洋为大气提供了正电荷。人们已经证明，水中有机物的存在会导致电荷极性的反转。因此，世界海洋中局部的、富含有机物的小区域也许会生成一种负极性的空间电荷，对这种电荷的分选现象的确切本质和它的意义还正在研究之中。

海水的年龄（AGE OF OCEAN WATER）

一定的水体在海面上存留时间就是海水的年龄。在世界海洋的许多区域，由于温度下降或含盐量增加形成表面水的密度不断增加并向深处下沉。在深处，水的运动是很缓慢的，所以环境比较稳定。了解一个水体离开水面上有多久了，显然是很有意义的，这对确定底层水的更新和富营养的深水上升到海面的速度很有价值，同时还有助于对深海中处理有毒化学药品和放射性废物作出决策。

迄今为止，确定海水年龄的最有效的方法是测

量碳－14 放射性衰变过程中产生的碳－14 损耗量。使用这种方法的根据是，海洋获得碳－14 的唯一来源是大气，只要海水一脱离水面，就不能够再获得碳－14。这一方法指出了各种水体的年龄如下（其报道精度为±100 年）：北大西洋中层水为 600 年；北大西洋底层水为 900 年；北大西洋深层水为 700 年；南大西洋内的南极中层和底层水至少为 350 年。测量南太平洋深层水所得到的年龄范围在 650 年至 900 年之间。

海洋地质学（GEOLOGICAL OCEANOGRAPHY）

研究世界海洋洋底的地形和形状、洋底沉积物的分布和特征、下覆岩石的构造和组成以及洋底几百万年历史中所发生的地质过程。

为了使这些研究成为可能，海洋地质学家们使用了回声测深仪这样的工具和技术以及采用其他的方法对洋底填图。水下照相机、各种洋底采样器、取岩心装置、潜水器等也都是海洋地质工作中的有用工具［参见 “海洋学”和“海洋仪器”］。

海洋沉积物（MARINE SEDIMENTS）

海洋沉积物包括作为构成海洋盆地地壳的玄武岩板块上积累起来的所有物质，它是多次搬运和经过多个形成过程的结果。海洋沉积物最重要的来源是陆地。据估计，世界上的河流每年大约把 12 立方

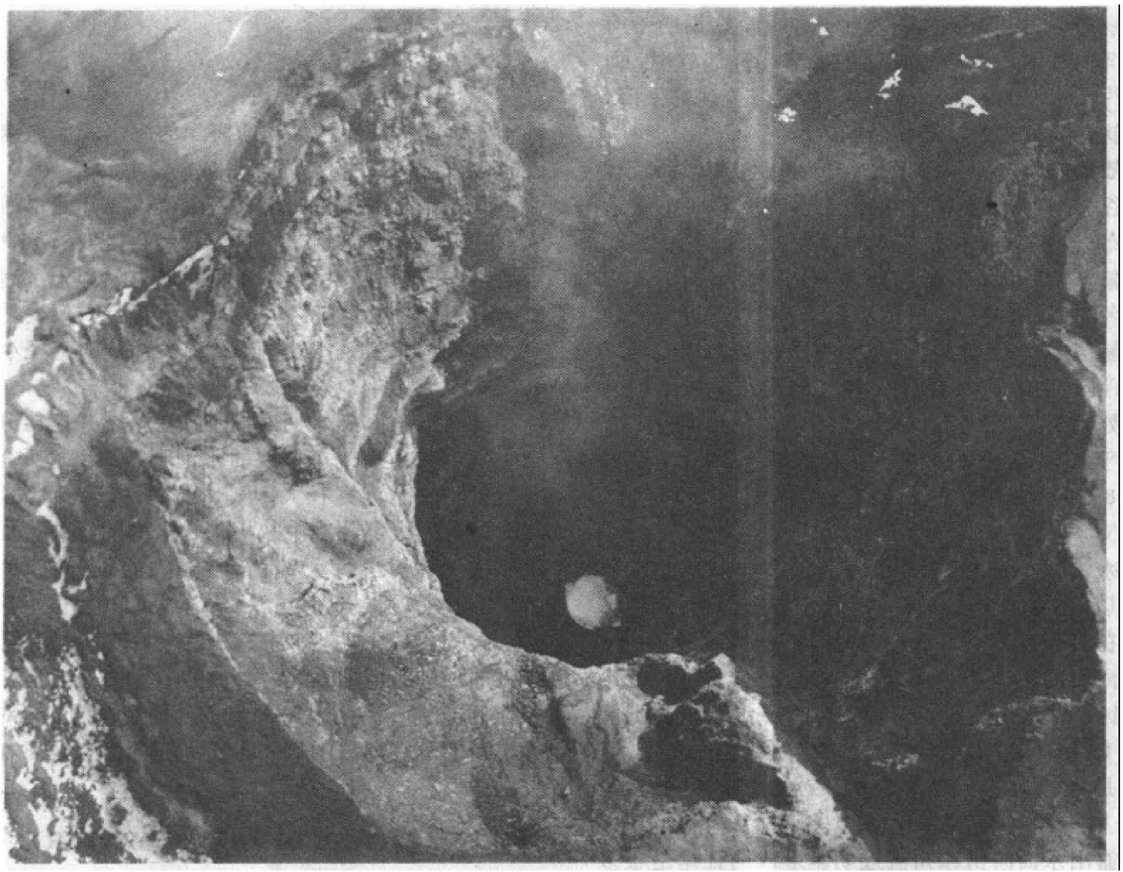


图　火山喷发和其构造是海洋地质学家感兴趣的问题。这张照片是日本大岛的一个活火山——三原火山

公里的沉积物和溶解了的矿物带入海中。此外，风、冰和火山在把物质从陆地搬运到海洋的过程中起着积极的作用。被风吹到海洋中的尘埃、沙和火山灰的数量还不清楚，但对海底沉积物的分析表明，它们的数量是很大的。佛得角岛周围海底的风积砂（风吹来的）是被风从撒哈拉沙漠搬运来的。太平洋上火山岛周围的海洋沉积物中火山灰特别明显。当冰川向海洋移动时，冰川碾磨陆地，使大量的、大小不

同的(从巨砾到尘土)沉积物混在冰川体中。当冰山[参见 "海冰"]崩解并漂走的时候,随着冰的溶解,冰山中的沉积载荷就缓慢地卸除了。现今,冰川的沉积物已远及赤道南北 45°处。然而,在最后一次冰期中,这种沉积物已被带到了赤道两边 25°的地方。

在世界海洋的大陆架、大陆坡、大陆隆和深海平原内含有大量的陆源沉积物,这些沉积物是由砾石、砂、粘土和泥组成的,并混有不同数量的有机碎屑。沉积物一旦沉到海底之后,如果再想移动,就要靠波浪、洋流、雪崩式崩塌过程和混浊流来完成。由地震和崩塌过程引起的混浊流具有特别的作用,它把沉积物从大陆坡和海底峡谷处向下搬运,使其沉积在大陆隆和平坦的深海平原上[参见 "海底峡谷"]。据估计,大陆隆大约含有整个海洋盆地沉积物的一半。

在靠近大陆的深海底,常含有蓝、绿、红、白或黑色的软泥沉积。蓝色是由于有机物和氧化亚铁或铁的水化物造成的。红泥的颜色来自丰富的三氧化二铁,它说明有一种氧化环境存在。绿泥是因为夹杂有大量海绿石的结果,而海绿石本身的颜色又是来自三价铁和有机物。白泥来源于生物礁[参见 "珊瑚礁"],它是由碳酸钙组成的。黑泥是由于夹杂有有机物和硫化铁的缘故,这种泥带有强烈的硫化氢气味。

海洋沉积中另一个最大类型是远洋沉积物或是那种积累在远离陆地的深海盆地中的沉积物。较普遍的远洋沉积物是红粘土,硅藻软泥 (Diatom ooze) 及放射虫 (Radiolarian)、抱球虫 (Globigerina) 和翼足类(Pteropod)软泥。

估计大西洋底有 1590 万平方公里,太平洋有 7030 万平方公里,印度洋有 1600 万平方公里的面积覆盖着红粘土。它的名字是从大西洋底采得的砖红色标本得来的,但在太平洋和印度洋,它的颜色却象巧克力那样呈棕色。在靠近大陆边缘的地方,这种粘土的颜色有变成蓝色的趋势。红粘土含有极少的碳酸钙,它是塑性的,摸上去有油腻的感觉。关于红粘土的成因已经争论了很多年。有一些证据证明,这种粘土实际上是陆地上的胶态粘土,被海流带到深海盆地中形成的。

硅藻软泥是由一种叫做硅藻的显微海洋植物细小的硅质残骸组成的。这种淡黄一米色的沉积物所覆盖的面积在大西洋约有 410 万平方公里,在太平洋约为 1440 万平方公里,在印度洋为 1260 万平方公里。硅藻软泥很可能是在有大量"上升流"把营养丰富的"水"带到水面的地区形成的。因此,硅藻软泥在南极大陆周围和沿北太平洋边缘的一条带上沉积的最多。

放射虫软泥的颜色为红色到巧克力棕色,是由细小的浮游动物的硅质残骸组成的。这种类型的软泥所覆盖的面积在太平洋约为 660 万平方公里,在印度洋约为 630 万平方公里。在印度洋,放射虫软泥是以块状分布的,但在太平洋,它却在北赤道流下面成带状分布[参见 "赤道流系"],北赤道流从西经 170°一直扩展到靠近南美西海岸的地方。在大西洋,缺少这种值得注意的沉积物。

球房虫软泥是乳白色、粉红色、黄色或棕色的,并且是由一种叫做球房的钙质有孔虫残体组成的。这是分布最深的生物软泥,它在大西洋覆盖的面积为 4010 万平方公里,在印度洋为 3440 万平方公里。一般的规律是,只有在 1829 米到 4572 米的深度范围内才发现有球房虫软泥。这可能是由于海洋的较深处有碳酸存在的缘故。海水中二氧化碳的含量随着压力的增加和温度的降低而增加。因此,在较深处,碳酸钙回到了溶液之中,钙质残骸就不再积累。

翼足类软泥是白色到淡棕色的,并带有一些淡红或黄色的色调,这种软泥是由翼足类动物的钙质残骸组成的。在大西洋中,翼足类软泥的覆盖面积为 150 万平方公里,但在其他海洋中至今还没有找到大量的翼足类软泥。由于这种软泥是钙质的,所以,这类脆弱的残骸在海洋深处被溶解了。



图 印度洋 396 米深处的沉积物麻点和流动痕迹图象说明,洋底流在照片中是从左上方向右下方流动的,此照片所包含的面积为 1.8 米×2.4 米

在一个世纪以前,"挑战者"号环球航行考察时发现,在深海底的某些地区存在着丰富的锰结核——铁锰氧化物结核。后来的调查表明,这种结核在太平洋、大西洋、印度洋和南大洋都存在。仅一个太平洋估计就有 1.4 万亿吨的结核,并且以每年 900 万吨的速度增加着。含有锰、铜、镍等有价值的结核,在海底只见到有一个结核那么厚的一层,但在沉积物深处还存在着其他层位。世界上许多国家都对开采锰结核有兴趣,并且研究出了开采它们的技术。然而,开采工作还需要等到世界各国之间所有权问题协商解决后才能进行。与此同时还要解决的两个复杂的问题,即结核是如何形成的和在形成过程中又是怎样保持在水和海底界面上的,如果考虑

到沉积物在海底积累的速度比结核生长的速度快，那么，在形成过程中它们又是怎样保持在水和海底的界面之上呢？

海洋的年龄(AGE OF THE OCEAN)

目前，人们还不知道海洋的年龄，因为在地质记录中还未发现能够说明产生海洋的地质过程的证据。这里，我们所能做到的，最多是用两种论据把海洋可能的年龄划一个范围。如果我们假定，水对地球上生命的产生是必不可少的话，那么海洋至少和地球上最早的化石一样老，但是，海洋显然不可能比地球本身更老。

根据对陨石的研究和对其年代的测定，地球的年龄大约为45亿(4.5×10^9)年。最古老的化石是在前寒武纪的某些岩石中所找到的蓝绿色藻类、菌类群体和蠕虫穴。前寒武纪约于6亿年(即600×10^6年)前结束。因此我们可以认为海洋的年龄在6亿年至45亿年之间。但是我们必须注意到，由于新证据的不断发现和更复杂的分析仪器的采用，上述的这些数字还可能会变大。

当然，人们曾试图测量海洋的年龄，例如，在1715年，英国天文学家E. 哈雷(哈雷彗星就是以他的名字命名的)建议把全世界海洋的总含盐量除以所有河流流入海洋中每年增加的盐量来确定海洋的年龄，但是借以估计海洋含盐量的可靠数据并不存在，直到1872—1876年的"挑战者"号远洋考察进行之前是没有的。这次考察是从化学、物理学和生物学的观点出发，首次企图对世界海洋进行一次系统的考察。此后，根据哈雷的建议，曾作过很多的计算，最早的计算是J. 乔利(John Joly)于1899年作的。根据这些计算，所得出的海洋"年龄"的范围大约在8000—75000万年之间。[参见 "'挑战者'号考察"]。

根据前面所谈到的化石证据，显然，利用盐量所计算的海洋年龄是太小了。在某种程度上，这是由于现在看来已是很明显的因素造成的，例如，在计算中并没有考虑到长期与正常环流相隔绝的海湾中的大量盐被蒸发掉了。最近才知道，水花和爆裂的水泡所溅出的水滴的蒸发，使得细小的盐晶不断地从海洋转移到大气中去。这些盐晶又被气流带到高空成为凝结核，对雨滴的形成起着重要作用，这种作用的过程叫"盐循环"，这种过程又通过下雨把相当多的盐转移到陆地上，这样我们就可以定量地计算在河流中找到的盐。最后，根据含盐量计算海洋年龄还会偏到相反的方向，因为在计算中并没有考虑到由于海底火山的活动所引起的海洋中盐量的增加。

海洋食物网(OCEAN FOOD WEB)

一更改的海洋食物链，它表达在各个转变的营养级的摄食关系。因为海洋食物链有许多逆转和分枝，食物网这一术语为变化的，复杂的海洋生物的摄食模式提供更正确的文字描述。

海洋食物链(OCEAN FOOD CHAIN)

指食物能量的转移即从浮游生物或微型藻类中的能源通过一系列摄食其它海洋生物而依次转移。在每次转移中有一部分潜在的能量变为热而消失。因此在每一顺序中转移的步骤的级数往往限于四到五级。

海洋食物链有两种基本型式：放牧食物链从绿色植物(浮游植物)或初级生产者转移到放牧的食草动物(食取活的植物的生物)，并以食肉生物(食取动物者)为终点；腐败或腐质食物链，从死亡的有机物开始，转到微生物并以摄食腐质的生物和以此为生的捕食者为终点。这些类型的食物链是相互连接的，也可能不是一定按照一特定的顺序进行的。例如有几种鲸鱼(如须鲸)的主要食物是由浮游生物构成的，浮游生物每天大量为鲸鱼所吞食。再者，按逐次类别(营养级)对食物链进行分级常使人误解，因为一个品种在它的生命周期中，或对可获得的食物变化的反应上，可能占用一个以上的营养级。一更改的食物链它表达在不同的转变级的摄食关系，称为食物网[参见 "海洋食物网"]。

一海洋食物链的典型例或食物金字塔，开始以454公斤的硅藻(单细胞植物)处于金字塔的底部。这一数量的硅藻为45.4公斤的微小的海洋食草动物或浮游动物提供了食物。这些微小的生物为鲱鱼生产了4.5公斤的食物，反过来鲱鱼又为鳕鱼供给了454克的食物。这样，当接近海洋食物金字塔顶端时，生物的数目比在底部的变得少得多了。

与陆上食物链相比，海洋食物链是很有效的，但是大多数海洋食物链比之大多数陆上的具有更多的环节。事实上，许多海洋食物链代表着相当复杂的食物网。

海水或大洋水(SEAWATER or OCEAN WATER)

海里和大洋里的水，是一种含有多种溶解盐的溶液。海水的特征不仅在于含盐量高并具有复杂的物理化学结构，而且与人的体液具有惊人的生物化学类似性。这种水覆盖了地球表面的71%(约为3.61亿平方公里)。总体积约为1.37×10^{21}升。

多数科学家相信，原始海洋一开始就是含盐的，且盐分是由洋盆下的岩石溶解出来的。陆地上的岩石由于冰冻和侵蚀而被破坏，并被冲洗到海洋中，因而也增加了海水的含盐量。但是，流入海洋的河水比海水含有较多的碳酸盐，而在海水中则是氯化物占主要地位。

组份 海水溶解大量固体和气体而不与之发生化学反应的能力，乃是海水的最重要的性质之一。各种溶解组份在海水中存在的数量是不同的，已发现的物质的许多特性，可因地理位置而变化。物质也能随时间和所在位置的深度而变化。另一方面，

海水主要组份的组成其变化范围极其狭窄。这种均匀而狭窄的变化是由于海洋循环和混合过程。结果，较丰富组份之间的比值实际上是不变的，而不论总固体的绝对浓度如何。因而在许多场合下，主要组份的浓度可按单一变量——盐度来定量。

海水的组份基本上有三类：(1)溶解组份，例如盐类，有机化合物和气体；(2)第二相的组份，例如气泡；(3)不溶性的无机和有机固体。溶解的物质可以是电解质或非电解质。电解质溶于水时产生带电荷的微粒或离子，而非电解质则不然。已测定的主要组份其空间分布实际上是均匀的，相信在过去几百万年期间都是或多或少保持不变的。海水中的这类有代表性的主要元素（及其基本的存在形式）是钠（Na^{+}）、镁（Mg^{+2}）、钙（Ca^{+2}）、钾（K^{+}）、锶（Sr^{+2}）、氯（Cl^{-}）、硫（SO_4^{-2}）和碳（HCO_3^{-}、CO_3^{-2}）、溴（Br^{-}）、氟（F^{-}）和硼〔$B(OH)_3$、$B(OH)_4^{-}$〕（有机化合物）。除这些元素以外，据认为大洋中还含有每一种天然存在的痕量的元素。由于所有溶解固体的总量为35000ppm，故每一立方公里的海水中（11.3亿吨）约含0.40亿吨固体。其中包括约0.3亿吨食盐（氯化钠），140万吨镁，96万吨钾，7万吨溴，5万吨硼酸盐，530吨碘，220吨铁，110吨铜，还有一定数量的其它元素。

在这些元素中，主要由于与回收方法有关的经济上的不利因素，只有食盐、镁和溴已由海水中大量提取。海洋中还含有象金和镭这样的元素，但其在海水中的浓度是微不足道的。

海水中还存在生物学上重要的元素，例如，硅(Si)、氮(N)、磷(P)和钒(V)，其浓度分别为3、0.5、0.07和0.002毫克/升。海洋中的微小植物即浮游植物在其生长循环中，可能使这些元素的浓度降到更低的水平［参见 “浮游生物”］。此外，许多海洋动物能大量积累在海水中以极微量存在的各种元素（例如海黄瓜能富集钒至超过正常海水浓度的1百万倍）。在海藻、鱼类、无脊椎动物和浮游生物中还检出了锌、铁和锶。有一种绿藻能自海水中提取铀，将铀浓缩于自己的组织中，浓度为海水中的2000—4000倍。

气体 游离的氧、氮和二氧化碳在生物化学方面是很重要的，其在海水中比较丰富。其它气体共约占整个大洋水重量的0.25%。

氧 氧的含量可用温克勒法或气相色谱分析法测出，其值由0变化到约8.5厘米^3/升（标准温度，压力）之间。海水中氧的浓度主要来自分子氧自海面的侵入和海洋中的光合作用。测定氧含量的气相色谱法，是用一种气体（通常是氦）从水样中把溶解的气体汽提出来，然后用具有热导率检测器的气相色谱仪测定。对于海水中溶解氧浓度的测定，这种方法比之温克勒法有很大的改进。在这种操作灵敏的温克勒滴定法中，在所加入的二价锰离子和样品中的溶解氧之间将发生氧化还原作用。氧化了的锰再与酸性介质中的碘反应，被消耗的碘量用标定过的硫代硫酸盐溶液体来滴定测出，以淀粉作为指示剂。

虽然氧—深度剖面因海域而异，但一般说来，大洋整个都是有氧（含氧）的。氧含量随海水深度的增加而减少，最大浓度出现在上部表层，接着是一个贫氧层，它位于91—1364米深之间。通常在缺乏循环更新和风生混合作用的情况下，在660—940米的深度上溶解氧达到极小值。

氮 氮对海洋中有生命的物质是重要的，因为它决定着浮游生物再生产的速率。氮在海洋中以游离溶解气体或各种化合物（硝酸盐、亚硝酸盐和氨）的形式存在［参见 “氮的循环”］。底沉积中含有少量的有机氮。

二氧化碳 发现海水中的二氧化碳是以较大量的碳酸氢盐和碳酸盐的形式存在。二氧化碳的含量基本上决定着海水的pH［参见 “pH值”］，表面附近pH为8.1－8.3，与大气中的二氧化碳分压有关。

整个大洋中的海水主要呈碱性，pH值为7.5—8.3。表面附近，由河流输入溶解性的碳酸盐，使碱性增加，由于碳酸钙以珊瑚和介壳的形式发生沉淀，使碱性减小。在更深处，碱性将随由上面向溶液中沉降的钙质碎屑量而变化。弱的碳酸［由溶解的二氧化碳水合（原文为水解(hydrolysis)。——译注）而得］根和硼酸根都是强碱，它们构成了海水的碱度［参见“碳的循环”］。

稀有气体 在海水中已检出氩、氦和氖等稀有气体。事实上，大气中发现的所有气体都存在于海水溶液中，但比例不同。据认为这些气体的浓度非常接近于饱和状态。

盐度 由于主要组份在海洋中以近乎恒定的比例存在，故在许多场合下，它们的浓度（总溶解量）可由一个变量即盐度来确定。盐度被定义为一个可用盐度计测量海水的电导率而得出的量。可以把电导值与海水的氯度（Cl或氯离子的浓度）联系起来，后者又近似与盐度相联系，即 $S=1.80655Cl$，S和Cl均以重量的千分数表示。氯度也可按传统的硝酸银滴定法来测量相当准确。氯度值约为盐度的55%，平均在19%左右，不同元素例如钾、硫、镁和溴等对氯度的近似比值分别为0.02000，0.1395，0.06801，3.32×10^{-4}。

各种性质

密度 和纯水一样，海水表现出许多反常性质，这些性质与其它物质的性质很不相同〔参见 “海水”〕。这种反常性质对地球上生命维持和发展或许是至关重要的。在这方面，海水和淡水的固态密度都小于液态密度（密度是单位体积的质量）。假如情况正好相反，那么冰将沉到海底，世界大洋将大部分变成冰。诚然，冰冻通常发生于水体的表面及其附近，维持生命的液体留在深处。

海水的密度与盐度、温度和压力有关。温度和

压力不变时，密度随盐度而变化［0℃的温度和1大气压被看成是密度测定的标准条件。］用热胀效应和压缩性来测定其它温度和压力下的密度。

温度　世界大洋中的温度沿水平或垂直方向而广泛变化。夏季，在波斯湾发现温度的最高值约为32℃，可能的最低温度－2℃（海水通常的最低冰点）出现在极区。

大洋中温度的垂直分布几乎均表现为温度随深度的增加而降低。一般说来，大洋是这样一种体系，表面的水温为26—32℃，在400米深处附近降低至4℃左右。在表面之下通常存在一等温水的混合层，该层中的温度与表面相同。在该层之下为温度迅速降低的区域，叫温跃层，温度在温跃层降低到深海的温度。在更深、密度更大的水层中，由于自极区表层沉降下来的冷水的补给，温度低达1℃。但在最深的洋盆中，温度随深度而略有增加，在5532米深处的增加值大约为0.56℃（1°F）。据信这种变暖作用主要是由于海水受到轻微的压缩，而不是由于来自地壳的热量所造成的。

压力　海洋环境的最显著的特点之一是引入注目的流体静压力。压力通常以大气压cgs单位或SI单位表达。cgs压力单位为达因·厘米$^{-1}$，10^{6}达因·厘米$^{-2}$＝1巴（0.1巴＝1分巴）。在SI单位中，压力的单位为牛顿·米$^{-2}$，cgs单位能转换为SI单位因为达因·厘米$^{-2}$＝0.1牛顿·米$^{-1}$或0.00001牛顿·厘米$^{-2}$。分巴是1米海水施加于1平方厘米表面上的流体静压力。深度每增加1米，流体静压力就增加1分巴。因此在3018米（太平洋深度的80％）深处，流体静压力约相当于近似为3千万牛顿·米$^{-2}$而在5000米（在太平洋中约占27％）处，深度施加的压力约为7000—4900万牛顿·米$^{-2}$。

电导　淡水为电的不良导体。但当盐分溶于水中时，盐分子即电离而变为带电体。因而海水的电导与水中的盐分子数成正比。在给定的盐度下电导随温度增加而增加。海水的特性阻抗为空气的3600倍，是电流的中等导体（千欧姆·米$^{-1}$）。

比热　比热是使单位质量（1克）的海水温度升高1℃所需要的热量（以卡或焦耳为单位）。海水的比热随盐度的增加而略有降低。恒压比热对恒容比热的比值与海水中的声速有直接关系。

压缩性　海水几乎是不可压缩的，在标准状况下压缩系数仅为每巴压力0.000046。此值随温度或盐度而略有变化。压缩效应迫使物质的分子彼此靠近，变得更密。海水的压缩性虽然很低，但由于所涉及的水量很大，其总效应还是相当大的。假如海水的压缩性为0，则海面将比现在高27米。

粘度　海水对流动的阻力比淡水稍大。其粘度随盐度的增加而增加，但这种效应远没有温度降低所产生的那么显著。变化率是不均匀的，随温度降低而变大。

热膨胀　随温度上升，海水的膨胀率要比淡水的大。温度为15℃（59°F），压力为1大气压时，淡水的热膨胀系数为0.000151 ℃$^{-1}$，而盐度为35×10^{-3}的海水却为0.00214 ℃$^{-1}$。热膨胀系数随盐度、温度和压力的增加而增加。盐度为35×10^{-3}时，表面水的热膨胀系数由0℃时的0.000051 ℃$^{-1}$增加到30℃时的0.000334 ℃$^{-1}$。当温度为0℃、盐度为34.85×10^{-3}保持恒定时，在压力为10000分巴（约相当于1000米）的条件下，该系数增加到0.000276 ℃$^{-1}$。

放射性　在海水中已发现放射性同位素。有些放射性同位素是天然存在的。它们来自陆地和地球外的宇宙空间。其中包括地球形成以来就持续存在的（及其放射性子体）和在地球大气中不断产生的。例如，由宇宙射线产生的至少14种同位素当中，^{3}H（氚或氢－3）^{14}C（碳－14）和^{39}Ar（氩－39）是由大气进入海洋的放射性气体。它们又能以气体分子^{3}H^{1}HO、^{14}CO$_2$和^{39}Ar的形式返回到大气中。海水中由这些和所有其它天然放射性同位素所产生的放射性强度约为750dpm·升$^{-1}$（dpm为每分钟的衰变数），其中97％来自^{40}K（钾－40）。许多天然放射性同位素的半衰期很长，因此所有生活在海洋中的生物都曾经并将继续暴露于基本不变的辐射本底中。

除天然放射性同位素之外，还有由各种人工来源进入海洋的放射性元素的原子。这类来源包括核爆炸的放射尘；核电站；核潜艇；放射性同位素能量装置，用于医疗、科学和工业方面的放射性废物，以及其它的核能作业。由于这类作业，锶、铯、铈、钷、钴、碘、锌、磷、锰、铁、铬等的不稳定原子以极微量出现在海水中。

许多海洋植物和动物都能有效地富集放射性同位素，但对这种浓集现象的详细生物学效应却还未彻底弄清。然而现有的证据表明，海水中由进入食物链的放射性同位素所产生的辐射量，对人的生存总的来说是无害的［参见“海洋食物链”］。

碳－14和其它一些放射性同位素是作为物理、化学和生物学过程的示踪剂有目的地引入海洋环境的。例如某些示踪剂曾成功地用于测定有机组份和钙质沉积组份的年代。向破波带引入一批放射性标记了的砂作实验，证明在阐明沿岸水和港口侵蚀及结垢的动力学方面是有价值的。虽然已多次考虑过采用放射性同位素去研究大洋中的扩散和混合过程，但荧光计的技术已发展到这样的程度：能测定和放射性同位素一样低的染料浓度——0.5ppb。因此对于水混合过程的这类测定，染料基本上代替了同位素。

在测定大洋水中各种放射性同位素特别是^{90}Sr、^{137}Cs方面，虽然已经作了许多研究，但研究的结果还表明，由于目前尚未弄清海洋环境中这些核素（即镧系元素、锆和铌）之间存在的复杂关系，许多人工放射性同位素还不能准确测定。

热导 淡水是热的不良导体，热导系数为 0.00139 卡·秒$^{-1}$·厘米$^{-1}$·度$^{-1}$，海水的热导系数略低，但随温度或压力的增加而增加，其热导值随粘度的倒数而变化。然而，如有湍流存在（在某种程度上，大洋中几乎总是有湍流存在），热传递过程将有变化。湍流的作用是增加了热传递的速率。若不用静水系数而改用涡动系数其结果要大许多倍，此时热导主要取决于湍动的程度，而温度和压力的影响是不重要的。

表面张力 水的表面张力（单位为达因·厘米$^{-2}$）近似等于 $75.64-0.144T+0.0399Cl$，式中 T 是温度，单位为℃，Cl 是水的氯度，以‰表示。这样，由于表面张力随氯度而增加，所以海水的表面张力高于淡水。然而，杂质的存在使得表面张力略低于上述公式所示的值。

透明度 透明度随水中悬浮颗粒的数目，大小和性质面变化，也随光照的性质和强度而变化。光能随深度的减小率叫作消光系数。最早测定透明度的方法是采用透明度板，这是一块直径略小于 30 厘米的白色板，把它下放到海洋中，记录看不见它的深度。在近岸水中，此深度在 5—15 米之间变化。在岸外，此深度通常为 45—60 米。看不见透明度板的一个最大深度为 66 米，出现在马尾藻海。

水色 海水的颜色因位置而有很大变化。湾流水为深靛蓝色，日本岸外有一类似的海流叫做黑潮，因为它的水色很暗，特别是在营养盐丰富的淡褐色的亲潮与黑潮交叉的地方。但在其它的区域黑潮水基本上是靛蓝色的。许多近岸水呈绿色，在某些海区，褐色或红褐色的水是典型的。在岸外，海水一般是蓝色的，特别是热带和亚热带海区。这是由于海水中悬浮的微小颗粒或水分子本身使阳光发生散射的结果，由于蓝光的波长短，它的散射作用比长波的光更为有效。大洋与天空呈现蓝色的原因相同。海岸附近看上去常常是绿色的，这是蓝色的散射光与稳定的可溶性黄色素混合的结果，后者与浮游植物有关。褐色和红褐色的水，其颜色来源于海洋中某种大量存在的浮游植物，小型植物［参见 “海洋光学”］。

摘要 海水的基本物理性质，例如密度、比热、比容、电导、压缩性、声速、粘度和表面张力等都与海水的盐度、温度和压力有关。海水的依数性（渗透压、冰点、沸点和蒸汽压）则主要由海水的盐度决定。

阐明海水的物理化学性质必须考虑这样的事实，即海水是一种几乎含有一切物质的稀溶液。这个复杂的混合物包括：溶解组份、溶解盐的离子和水分子之间的作用、离子—离子作用、多种天然和人工生产的有机化合物（这类化合物能与金属离子形成螯合物）、气泡以及其它具有活泼表面的无机颗粒（这种颗粒能富集有机物）等。此外，海水在生物化学方面与体液十分相似。海水也是一个交错运载活细胞、脂肪、蛋白质、碳水化合物、荷尔蒙、酶、维生素、矿物质甚至还有抗生素的快速输送体系。

虽然海水的化学组成大体上已经获知，但新的分析方法和装置已承担了对存在组份的含量作更准确测定的任务。继续应用这些新的改进的装置，还将有助于弄清许多不同的和目前尚不大明确的发生在海水体系中的化学和物理作用。这些作用对海洋的生物生产力，物理海洋学过程（例如搅动和混合）、离子的水合和络合、海水的各种依数性和生物化学性质都将施以影响。更好地阐明这些作用将构成一种基础，以便更广泛地用热力学描述海水体系（例如脱盐过程、热交换过程和消除污染）和自海中提取物质，并解决世界人类所面临的无数其它的问题。

海洋中的气体（OCEAN GASES）

见“海水”。

海洋生物发光［BIOLUMINESCENCE（OCEAN）］

由海洋生物，即植物和动物发射的可见光。大约有数千种海洋生物包括浮游生物、发光灯笼鱼和数类小虾（磷虾），具有发光器官，能发射可见光。对这一化学能转变成光能的过程，氧是必需的。这种光常叫做冷光，它是由两种化学品，荧光素与荧光素酶相互作用而引起的。产生这种光的能力几乎只有海洋生物才具有，面陆上很少动物和几乎没有一种淡水生物具备这种性质。

罗马人是首先记载海洋中有磷光的人们之一。歌伦布也观察到这种现象，他说在圣萨尔瓦多登陆之前，他见到海中有奇异的光。达尔文在南美沿海亲眼看到“明亮的闪光”而感到惊奇［参见 “达尔文，C.”］。

这种产生光的现象是由数千种海洋生物（主要是动物）造成的，这种现象常产生于温暖的海洋各个水域和深度中，特别是在温和的季节。

在激荡的温暖水域表面，有些单细胞动物和微型藻类或浮游生物常常发出生物所发的闪光，这种现象能使水面上的船只、潜水艇等侦察到。在第二次世界大战中，有一些船只包括鱼雷艇，由于发光生物受机械性刺激而形成的生物发光的船迹被侦察到并受到袭击。这种发光现象主要是由腰鞭毛虫（Dinoflagellates）造成的。腰鞭毛虫组成了海洋浮游生物的一大部分，并且具有动物样的属性，它们象动物一样行动和摄食食物。但是，它们又有植物样的属性，因为它们能进行光合作用。而一些其他的是全动能式营养的，以大多数动物的方式摄取复杂的有机物而获得食物。这些腰鞭毛虫受到刺激时发生光。发光是由一种酶在水和氧的存在下促进生物化学作用而产生的，发射光的荧光素依靠荧光素酶而被氧化，有些荧光素分子则吸收能量达到激发状态，每一个荧光素分子释放出单位光子的光。假如海水被扰动，每一个微生物发射的亮光犹如闪耀的晶体、

当海水被急速扰动时，腰鞭毛虫发射出来的光点溶合在一起，变成了明亮的光辉。鱼类游动时所产生的骚动提供了机械刺激，光显示出鱼体的轮廓并在其后留下一条明亮的痕迹。

发光的腰鞭毛虫的例有夜光虫（*Noctiluca militaris*）和巴哈马火体虫（*Pyrodinium bahamense*）等。

海水中发光的细菌使腐烂的鱼在黑夜间发亮。有些较高级的生物会产生自身的光亮，如水母、小虾、柔鱼和某些鱼类及鲨鱼。

许多种类的深海鱼是发光的，它们具有奇异形式的发光触角（例如在鮟鱇的场合）和在鱼体本身加饰有发亮的银色板片和发光器官。在这种场所，蓝色和蓝绿色的光亮特性可认为是对付食肉者的防御设施，或作为猎取食物的手段（诱饵），还可用来帮助同种而不同性的个体，使它们能在黑暗的环境中相互识别。

由于发光生物主要集聚在深度为 100 米的上层，即在大部分上层鱼类繁盛的水域中。生物发光现象常被职业渔民用来探测、捕捞各种鱼类〔例如，日本鲭鱼（*Scomber*），金枪鱼（*Thunnus*），油鲱（*Brevoortia patronus*）和金色小沙丁鱼（*Sardinella aurita*）。

海洋哺乳动物（MARINE MAMMALS）

热血的、栖息在海洋中的脊椎动物，约有 117 种属于哺乳纲（Mammalia）。它们是现有的食肉目（Carnivora），鳍脚目（Pinnipedia），海牛目（Sirenia）与鲸目（Cetacea）〔（须鲸亚目和齿鲸亚目）（Mysticeti and Odontoceti）〕的成员。海洋哺乳动物主要是以具有乳腺，幼体以乳汁滋养为特征的。在这些水生动物中，毛还没有完全消失，脑是十分发达的。它们是胎生的，胎儿包含在尿膜（充满液体的囊）和羊膜（囊的外包膜）内。

在种种海洋哺乳动物中包括下列各动物。

• 海獭，鼬科（Mustelidae），食肉目（Carnivora）的海獭（*Enhydra lutris*）。

• 北极熊，熊科（Ursidae），食肉目的北极熊（*Thalarctos maritimus*）。

• 海豹，鳍脚目（Pinnipedia）包括南海狮属，斑海豹属，新西兰海狮属，加州海狮属等海狮属和海狗属（*Callorhinus*）；海象属（*Odobenus*）中的海象，包括大西洋海象（*O. rosmarus*）与太平洋海象（*O. divergens*）；海豹科（Phocidae）包括斑海豹属（*Phoca*），环斑海豹属（*Pusca*），灰海豹属（*Halichoerus*），带纹海豹属（*Histriophoca*），鞍纹海豹属（*Pagophilus*），髯海豹属（*Erignathus*），僧海豹属（*Monachus*），食蟹海豹属（*Lobodon*），罗斯海豹属（*Ommatophoca*），豹形海豹属（*Hydrurga*），威德尔海豹属（*Leptonychotes*），冠海豹属（*Cystophora*）和象形海豹属（*Mirounga*）等属的海豹。

• 海牛和儒艮，海牛目（Sirenia）包括下列各属，儒艮（*Dugong*），大海牛（*Hydrodamalis*）和海牛〔*Trichecus*，海牛（manatee）〕。

• 鲸类（Cetaceans），鲸目（Cetacea）连同须鲸亚目（Mysticeti）须鲸；齿鲸亚目（Odontoceti）有齿的鲸，包括海豚（dolphin and porpoise）。须鲸亚目内有三个科〔露脊鲸科（Balaenidae），灰鲸科（Eschrichtidae）和须鲸科（Balaenopteridae）〕，共计有五个属〔露脊鲸属（*Balaena*），小露脊鲸属（*Caperea*），灰鲸属（*Eschrichtius*），蓝鲸属（*Balaenoptera*），与座头鲸属（*Megaptera*）〕。在齿鲸亚目中有五个科〔（1）淡水豚科（Platanistidae），（2）海豚科（Delphinidae），（3）一角鲸科（Monodontidae），（4）抹香鲸科（Physeteridae），与（5）剑吻鲸科（Ziphiidae）〕以及总计约为 31 个属，（1）河豚属（*Platanista*），亚河豚属（*Inia*），白鳍豚属（*Lipotes*）和普河豚属（*Pontoporia*）；（2）长吻海豚属（*Steno*），白海豚属（*Sousa*），侏型海豚属（*Sotalia*），宽纹海豚属（*Tursiops*），灰海豚属（*Grampus*），斑纹海豚属（*Lagenorhynchus*），原海豚属（*Stenella*），真海豚属（*Delphinus*），鲸豚属（*Lissodelphis*），驼背海豚属（*Cephalorhynchus*），瓜头鲸属（*Peponocephala*），侏虎鲸（*Feresa*），伪虎鲸属（*Pseudorca*），领航鲸属（*Globicephala*），虎鲸属（*Orcinus*），伊河豚属（*Orcaella*），鼠海豚属（*Phocoena*）和拟鼠海豚属（*Phocoenoides*）；（3）白鲸属（*Delphinapterus*）和一角鲸属（*Monodon*）；（4）抹香鲸属（*Physter*）与小抹香鲸属（*Kogia*）；（5）塔鲸属（*Tasmacetus*），喙鲸属（*Mesoplodon*），剑吻鲸属（*Ziphius*），槌鲸属（*Berardius*），和胆鼻鲸属（*Hyperoodon*）。

海洋地热矿床（OCEAN GEOTHERMAL DEPOSITS）

在红海中发现的这种矿床，它是热的卤水通过有裂隙的海底向上循环时与富含矿物的泥浆相互作用的结果。

红海的独特盐度，早在 19 世纪 80 年代俄国“勇士”号的海洋调查时就被发现了[参见 “勇士”号]。后来，在 60 年代中期，英国考察船“发现”号、美国的“阿特兰蒂斯一Ⅱ”号和其他一些船只都取得了一些补充资料。“发现”号所取水样的温度为 44℃，盐度为 256×10^{-3}。“阿特兰蒂斯”号测得的卤水温度为 56℃，并获得了一些温度为 62℃的海底沉积物样品，这些样品含有金属化合物，其中主要是铁、锰、锌、铜的氧化物和硫化物的混合体。

来自地球内部的地热是通过红海底部沿海脊的裂隙传给海水的。被加热了的海水从岩石建造中溶解出盐类，并从地壳的火山岩中滤出重金属，从而形成饱含金属的卤水。当这种含金属的卤水冷却时，含在水中的硫化铅、硫化锌和铁的碳酸盐类就析出并沉积在海底。

“阿尔文”号潜水器在加拉帕戈斯扩张中心也直接观察到了富含矿物的热泉，以及包括硫化铜、硫化

铅和硫化锌在内的热液沉积物，在执行“格拉玛·挑战者”号深海钻探计划时，在海洋中的许多地方都钻探到了这些沉积物（例如下加利福尼亚南部的扩展中心处）。虽然热液作用的存在是众所周知的，但它的作用方式——水怎样与热的岩石起反应和相互作用？怎样通过海底新形成的地壳进行循环？还远远没有了解清楚[参见 “能量”]。

海洋补助金计划(SEA GRANT PROGRAM)

美国1966年开始的一个国家计划。这项计划包括海洋学和海洋工程领域中的应用研究，教育，训练和资询服务活动。美国商务部国家海洋大气局(NOAA)的这项计划支持着海洋补助金协会的一个网，并通过资助过程支援地方海洋补助金计划。通过这种研究、教育和咨询服务的规划，海洋补助金计划服务署则在海洋的利用者和海洋的研究者之间建立了联系。

美国设立海洋补助金计划的主要目的是：

* 发动和支援海洋补助金协会和其它合适的研究所、研究实验室，公共或私立机构参加与海洋资源开发有关的各个领域的教育活动。

* 通过海洋补助金协会和其它合适的研究所，研究实验室和公共或私人机构的工作鼓励和发展包括教育、实际验证、应用和其它方面的计划；通过海洋咨询计划向当前与海洋资源开发有关的各个领域中从事研究和感兴趣的个人，科学团体和群众传递有用的情报资料。

* 发动和支援与海洋资源开发有关的各个领域中必要的研究计划，并对于在海洋资源开发中能够应用的实践、技术和设施设计优先给予援助。

为了达到这些目的，海洋补助金计划是通过与有关单位或个人签订合同的方式实施的。

现在普遍认为，海洋补助金计划已经取得很大的成功，它已经作出某些宝贵的贡献并将继续作出贡献。这种承认反过来又扩大和加重了海洋补助金计划的职责。特别是在教育和训练活动中为了发展更好地管理、认识、开发、保护和利用大洋和美国的沿岸资源所需要的各种技术专长，这项计划的责任还是很大的。海洋补助金研究、教育和咨询服务已经展现出了一种能给海洋学、海洋工业和沿岸管理带来发展的途径。这种认识世界大洋工业潜力的服务，对于产生新技术和在海岸环境管理、油溢的处理及新资源方面提供意见等都具有很高的价值。

可参见“斯皮尔豪斯，A. F.”。

浮游生物(PLANKTON)

包括所有在海洋、池塘和湖泊中漂浮或漂流的小的动、植物或卵。(Plankton这个英文字源出于希腊文，原意为“游荡”)。主要是硅藻(DIATOMS)和甲藻(DINO—FLAGELLATES)的植物总称为浮游植物(Phytoplankton)，而无数始终生活在漂浮或漂流状态中的动物以及众多孤弱的动物幼体和卵叫做浮游动物(Zooplankton)[参见 “幼体”]。

浮游植物(Phytoplankton)

这些生物体属于最原始的植物类群：各种藻、真菌和细菌[参见 “真菌”]。其中，只有藻类具有叶绿素和其它色素以及生物化学机制、生化机制赋予它们在光线下具有吸收碳的能力。海洋中的所有动物都依靠浮游植物生活。

单细胞植物或硅藻构成了世界海洋中半数以上的浮游生物。这些植物以及其余的浮游植物以营养盐类和矿物质(例如，磷和硝酸盐)为食，而浮游植物又为浮游动物和许多海洋动物提供了食物。

浮游植物是普通用于植物中的微型藻类的名称。它们形成群落，而且即便不是全部也是大部过着无附着地悬浮于水中的生活。在这些植物之中，能量是通过碳的固定而贮存的，即天然存在的无机碳通过光合作用的过程化学地结合成碳水化合物。贮存这些碳水化合物的浮游生物，就是那些形成海洋食物链的所有较高阶层的食物基础。这类生物常被称为“海洋的牧草”。

因为阳光是光合作用必不可少的，所以大部分浮游植物见于遍及海洋的最上层10—100米处。因为在那里最易获得阳光。然而，在温暖的水域，这些自养有机体也有相当数量见于201米的深度，极大的数量最常出现在70—121米之间的水中。在较冷的温带、南极和北极水域温度范围更局限于0—70米处，具有极大的数量一般见于最初数米和50米之间的深度。浮游植物在很深层的海洋无光带的生存也已于近期证实了。

一些重要的浮游植物类群是：

• 鞭毛类和蓝绿藻
• 小的多甲藻(甲藻的一种类型)
• 硅壳单细胞植物(硅藻)
• 大壳甲藻
• 钙板金藻(*Coccolithophores*)[一群具有盔甲或壳的鞭毛类，壳是由小钙质片构成的]。

虽然以上所述不同类型，可以认为是植物，但有些鞭毛类是不能在象植物同样方式下产生碳水化合物的，而具有动、植物的双重属性。这些鞭毛类(例如，夜光虫(*Noctiluca*))是肉食性的或掠食者，并且摄取食物象幼体和其它形式的、在海洋中漂浮的小动物体。而且，甲藻是能够自己活动的[参见 “原生动物”]。在世界大洋中，浮游动物肉食者的总产量据估计每年约有二十亿吨。这大约是浮游植物每年约计产量的百分之一，并十倍于传统鱼类和贝虾类估计收获量。

很稠密集中的浮游植物称为“水华(blooms)”。有机体[如束毛藻(*Trichodesmium*)，膝沟藻(*Gonyaulax*)等]在水华期间，大量的集中是在海洋上层数米内常见到的。例如，在高纬度[参见 “纬度”]，浮游植物在海洋中从春天(当日光数量增加，

而且当营养丰富的海底水被暴风浪带到海表层时）到秋天都很繁茂。在此植物生长期间，植物数量最多，浮游植物往往覆盖大片海面，使得海水染上黄、绿或褐色的阴影。某些蓝绿藻［例如，红海束毛藻（*Trichodesmium erythraeum*）］，当在热带海洋中足够多的时候，使得海水变成红色。不过，主要造成海水出现赤潮的是甲藻［甲藻门（*Pyrrhophyta*）］。这种甲藻的水华往往形成闪光（或生物发光现象）的展现。在这种植物迅速生长期间，许多浮游生物对海水温、盐度的变化很敏感。"赤潮"会导致鱼类的毁灭，因为，在海水中溶解的氧明显地减少，特别是在沿岸区域，由于微生物对氧的消耗造成溶氧的减少，这种减少又造成了鱼类的窒息。短裸甲藻（*Gymnodinium brevis*）及其它种类含有一种对鱼致死的毒素。这种特殊种类的甲藻的水华一般伴随着"赤潮"大量杀死鱼类。

现在已成化石的浮游植物为科学家提供一种分析这些有机体进化的手段，这些化石记录也提供有价值的有关过去海盆的历史的线索［参见 "海盆"］。

浮游动物（Zooplankton）

海洋浮游动物通常是由桡足目（Copepoda）的甲壳动物（Crustacean）［以飞水蚤（*Calanus finmarchicus*）为代表的，一种具有 6 对游泳足和头上有两根长而带节的触须，长 5 毫米的动物］和几种原生动物门（Protozoa）的类型占优势。少量的其它甲壳动物，毛颚类动物（Chaetognaths），翼足类（Pteropods），被囊类（tunicates），栉水母类（Ctenophore）和水母也都被认为是浮游动物。此外，



图　一张显微照片，把海洋中称之为浮游生物的、被动漂浮或活动微弱的动、植物放大了

蛤幼苗，蟹幼仔，各种各样鱼卵和幼鱼，枝角类（Cladoceran）和藤壶的幼虫等，均属暂时形式的浮游动物。因此，浮游动物的大小包括从微小的到数米长的动物。桡足类动物是甲壳动物中数量最多的，其大小约从 1 毫米到 5 毫米不等。而另一种虾状食草的甲壳动物，是较大的磷虾类（Euphausiids），其长度变化从 2 毫米到 5 毫米不等。生存于南冰洋的磷虾（*Euphausia Superba*），是磷虾类的一种。桡足类和磷虾类常以极大的群体出现在世界各海洋中。而且，两者均被认为是对海洋世界的经济和生态平衡具有生命力的重要关键。它们吞食浮游植物或植物，并把这些植物物质转化为动物蛋白质。这些草食性浮游动物却又被较大的浮游性动物或被活跃的游泳动物所食。食草浮游动物，如桡足类，吞食浮游植物量的速度对其生产的速度有影响。而且，这种速度影响正在索食的食草者的生产、生长和生存速度。这些动物本身是海洋食物链的一部分，因为食

肉者吞食它们。而且，食肉者互相为食。

如上所述，浮游动物主要由细小的动物组成，包括漂浮的鱼卵和稚鱼，以及极其微小的原生动物。不过，群体的管水母类动物(如，远洋僧帽水母)相当大，而刺冲水母[霞水母属(*Cyanea*)]直径变化大，大者可达2米。

因此，科学家不仅对研究在不同地区的浮游动物种群数量感兴趣，而且对确定一个种群中的种类也感兴趣，有时用下述大小区分法对浮游动物进行归类(注：1mm＝0.03937英寸)：

1. 微型浮游动物：浮游动物小到用网眼为0.202毫米的浮游生物采集网也捕不到它们。用以采集的工具，包括一个可潜入水中的泵，具有一个网眼为103微米的垂直拖曳网，采样瓶以及在船上操纵的滤器。

2. 小的中型浮游动物：可以用0.202毫米网目的网材料制成的网采集到的浮游动物。

3. 大的中型浮游动物：可以用1.00毫米网目的网采集到的浮游动物。

4. 大型浮游动物或小型游动生物：可用象艾萨克斯—基德(Isaacs—Kidd)中层拖网这样的采集网捕到的，较大而敏捷的浮游动物，和不大敏捷的游动生物。

一般来说，浮游动物在海洋中可以保持在一个它喜欢的深度，或者进行从在夜晚的近表面位置到白天的较深水层的垂直迁移，但是水平运动主要依靠海流。

参见“生物海洋学”；“可栖息区域”；“海洋仪器”等条。

浮游动物(ZOOPLANKTON)

见“浮游生物”。

浮游植物(PHYTOPLANKTON)

见“浮游生物”。

流体静压力(HYDROSTATIC PRESSURE)

水柱重量作用在单位面积上的力。这样的力，或称压力，在所有方向上都是一样的。作用在海表面的大气压力，每平方厘米为1033.2275克，等于温度为0℃时的760毫米水银柱高的压力，其重力加速度为980.665厘米/秒^2。

在海洋中，深度每增加10米，压力增加一个大气压。压力也可以按绝对压力给出，即就是大气压力或者表面压力附加上水中压力。然而，在大多数物理海洋学工作中，除了斯库巴潜水[参见 “潜水”]外，海面上的大气压力通常忽略不计。但是，压力可作为水深的基本函数来计算。压力值以分巴表示(1大气压约为10^6达因/厘米^{2}即等于1巴)。1巴的1/10称为分巴，近似地等于1.47磅/英寸^2，若用重量表达，则为1米水柱高的压力。海水压力常用分巴表示如下：

海面压力	0
1米(3.28英尺)的压力	1分巴(1.47磅/英寸^2)
10米(32.8英尺)	10分巴(14.7磅/英寸^2)
20米(65.6英尺)	20分巴(29.4磅/英寸^2)
30米(98.4英尺)	30分巴(44.1磅/英寸^2)
1000米(3280英尺)	1000分巴(1470磅/英寸^2)
3048米(10000英尺)	3048分巴(4480磅/英寸^2)

当深度以英寻为单位时(1英寻＝6英尺，3.3英尺＝1米)各种深度的标准压力可以用水兵更为熟悉的单位表示。

用简单的手工计算海洋压力时，可以应用如下的关系，每下深1英尺，压力增加0.448磅/英寸^2，这样，当下深32.8英尺时，0.448乘以32.8则等于这个深度的压力14.7磅/英寸^2。

必须注意，以上所给出的所有数值，都是针对海水密度(单位体积内的重量)为1.025克/厘米^{3}而言的。然而，严格地说，海水密度是温度、盐度和压力的函数，密度的变化范围约为1.02—1.08克/厘米^3。具有平均盐度、平均位温和1897米深度的水(平均海深的一半)的密度为1.036克/厘米^3。

对于固体或液体，将固体或液体的密度与淡水的密度(1克/厘米^3)相比，这个比值称为该固体或液体的比重。这样，在大多数海洋流体静压力的计算中，海水的比重为1.025，它被公认为一个标准值。因为海水比淡水重1.025倍，所以，在淡水中，下深10.4米(34英尺)才能得到一个大气压的压力[参见 “海洋仪器”]。

有趣的是，人体在理论上可以承受巨大的流体静压力。但是，在压力和高压时需要吸入人体内气体(氮和氧)的作用，至今还未被生理学家所了解。同样，对潜水员在压力下呼吸气体，由于不断增加呼吸阻力而存在肺的疲劳效应方面了解得更少[参见“潜水”]。

许多工程材料，在压力下同样经受疲劳作用。例如，潜艇下潜时，压力逐渐增长。此压力由潜艇的横轴和纵轴承受，从而在结构材料的内部形成压缩应力和弯曲应力。这样的应力，导致了两种可能的疲劳模式。第一，如果潜艇壁与其尺度相比为薄壁的，潜艇为长型，桁框并未使船体的硬度增加，以致由于弯曲而不能使潜艇承受压力。这样，潜艇首先失去了它的形状，并产生过大的应力，在最大弯曲点，会超过物质的应变，产生局部疲劳。第二，假如潜艇壁是厚的，则为矩型。在硬度上支撑得住，应力将集中于一点，在此点上，超过了物质的应变。此时潜艇除有不稳定的变形之外，还产生疲劳破坏。

“流星”号考察(METEOR)

德国于1925年在大西洋进行的海洋研究考察。这次考察是为了寻找从海洋中提取金子的最有效方法，因而由德国最著名的化学家F. 哈博和“流星”

号船完成这个任务。这艘船在南大西洋进行了考察，结果是徒劳的。但是，在这次考察中却集累了大量的海洋资料，特别是浮游生物和其他海洋有机体在营养物分布方面的资料。

浪花(FOAM)

见"波浪"。

涌浪(SWELL)

见"波浪"。

涌潮(TIDAL BORE)

见"潮汐"。

高低潮(HIGHER LOW TIDE)

见"潮汐"。

高高潮(HIGHER HIGH TIDE)

见"潮汐"。

离子(ION)

带电荷的原子或分子，由原子或分子失去或获得一个或多个电子而形成。由氢原子或金属原子形成的离子通常带正电荷；由非金属原子形成的离子则通常带负电荷。

海水中的盐，例如氯化钠(普通的食盐)，通常是由离子有序排列成的，这些离子在固体中不能自由运动。但将以化学式 NaCl(Na = 钠，Cl = 氯) 表示的，氯化钠放于水中时，这两种元素间的化学键即被削弱[参见 "元素"]。结果钠和氯在溶液中被分开(或解离)，形成的粒子叫做离子。钠带有一个正电荷(阳离子，Na^+)，而氯则带有一个负电荷(负离子，Cl^-)。在化学海洋学的研究中，重要的事实是离子的电荷并不是随机的或中立的，它能与具相反电荷的离子相化合。海水中溶解盐的离子之间，以及各种离子与水分子之间都发生这类离子的相互作用。作为一个简单的例子，腐蚀作用就是海水中的离子被分开的结果。由于在这种溶液中离子能比较自由地运动，它们容易受到外力的影响。例如，浸入溶液中的金属元件，对离子的运动将产生障碍，接触时通常将发生化学反应，即使把两种金属例如铁和铜浸入这种溶液中，盐的分子氯化钠仍将发生分裂或解离：

$$NaCl \xrightarrow{\text{溶液}} Na^+ + Cl^-$$

在初步过程中，氯离子终归与铁和铜相接触，分别形成氯化铁和氯化铜：

$$Fe + 3Cl^- = FeCl_3 + 3e$$

$$Cu + 2Cl^- = CuCl_2 + 2e$$

一般情况下，氯化铁本身似应沉积在铁上，作用终将停止。然而水也发生离解：

$$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$$

以至氢氧根离子 OH^- 在与特别易溶于水的氯化铁接触时，形成氢氧化铁，随之由它生成氧化铁(红褐色)。总的结果是，一些氯化铁呈黄色溶液被保留下来，氧化铁在铁上形成红褐色沉淀，水解离留下来的氢在铜上释放出来。此过程一直进行到铁被氧化铁(铁锈的主要成分之一)覆盖为止，此时将发生一些复杂而不易解释的反应。铁的物理结构终将被削弱，如果时间足够长，则都将转化为铁锈。

在此例中，不同离子在其中运动的介质是水，食盐(氯化钠)在水中解离。盐这个词是一个说明性的术语，用它来区分化学物质的种类，它被定义为酸中的氢被金属所置换的产物。一般而论，易溶于水的盐都具有导电的性质，此时所得溶液称为电解质溶液。电解质溶液的强度由溶质(溶解的化合物或元素)的离解度决定，或粗略地说由溶液中离子的容量所决定。

离岸流(RIP CURRENT)

见"海滩"。

诺登乔尔德海(NORDENSKJÖLD SEA)

有时也叫拉普帖夫海，位于中西伯利亚北岸，西有太梅尔丰岛，东为德米特里拉普帖夫海峡，总面积为 54 万平方公里。这一个非正式的名字，是为了纪念瑞典的极地探险家、矿物学家、海图的权威 N. A. E. 诺登乔尔德。1878—1879 年，诺登乔尔德男爵乘"维加"号船，沿欧洲和亚洲北岸航行，成为第一个越过大西洋与太平洋间西北水道的人。在这次考察中，他也成为第一个考察拉普帖夫海的科学家。

根据 1936 年国际水道测量评论的报道，苏联中央执行委员会决定，采用拉普帖夫海作为该海的正式名字。

朔望(SYZYGY)

见"潮汐"。

扇贝(SCALLOP)

瓣鳃纲 (BIVALVIA) 扇贝科 (Pectinidae) 所有软体动物的统称。它们的特点是贝壳上有辐射状罗纹，壳的边缘呈波浪形[参见 "蛤"]。

扇形谷(FAN VALLEY)

见"海底峡谷"。

盐(SALT)

一种由酸中的一个或多个氢离子为碱中的一个或多个阳离子所取代而形成的化合物。氯化钠 (NaCl) 即为一普通实例，它是盐酸 (HCl) 中的氢离子为氢氧化钠 (NaOH) 中的钠离子(阳离子)取代而成。

盐丘(SALT DOME)

见"大陆架"。

盐度(SALINITY)

海水中全部溶解盐(不仅是氯化钠)总量的一个量度。其定义为：经某些化学变化后的海水中溶解固体的总量(以重量千分数 10^{-3} 表示)。用这种方法去测定盐度是极其麻烦的。

在十九世纪中期，A.M. 马塞特发现海水中各主要组份之间浓度比例的恒定性，这一个事实后来为 J. 福奇汉梅尔和 W. 迪特马所证实，后者对"挑战者"号海洋调查期间所收集的水样作了分析。这些化学家们发现，不管个别组份的绝对浓度如何，海水中主要组份的相对比例几乎是不变的。因此对一份海水样品，只要对其中一种主要组份作出测定，就能确定总含盐量。为此通常是测定氯离子。

如假设溴和碘都已被氯所置换，则以千分数(10^{-3})表示的氯度为代表 1000 克海水中氯、溴和碘的质量。氯度可用滴定法测出，此法系采用硝酸银溶液使之形成氯化银沉淀，该溶液已事先用已知盐度的海水样品(即标准海水)标定过。为使此定义与原子量无关，氯度取为与所有卤化物等当的银重量的 0.3285233 倍。采用这种方法，盐度(‰) = 1.80655 × 氯度(‰)(‰改用 10^{-3}，‰已不用。——译者)。

这种滴定法现在已很少采用。目前的方法是基于海水的电导率为盐度的函数这一事实。因此通过测定海水样品的电导，很快就能确定其盐度。

大洋的平均盐度通常取作 35×10^{-3}，但表层盐度的水平分布变化很大，它受若干因素的影响。蒸发作用、海冰的形成和高盐水的上升都有使盐度增加的倾向；而降雨，海冰的溶化，低盐水的上升和陆地径流则会造成盐度下降。例如在波的尼亚湾盐度可降低到 5.0×10^{-3}，而在红海中却超过 40×10^{-3}。一般说来，极区的盐度小于低纬度区，狭窄的赤道带为例外，那里由于大量降雨形成了第二个低值。开阔大洋中的高盐度值发现于北纬 30°和南纬 20°—30°附近。大西洋的盐度也比太平洋的盐度略微高一点。

大洋中盐度的垂直分布是不均匀的，低盐度值或极小值存在于南大西洋、南太平洋和南印度洋许多海区 700—800 米深度上[参见 "印度洋"]。这是由于南极辐合区密度大的低盐冷水在南低纬区下沉，并作为一个宽域缓慢的海流向北流动所造成的。在北太平洋也能找到类似的盐度极小值，它是由亚北极中层水由白令海和鄂霍次克海流出所造成的[参见 "鄂霍次克海"]。在这些低盐层之下，在 1500—4000 米深度上盐度增加到极大值。

据传，一个穷苦的农夫到德维尔去用几条腊肉换得一台神秘的磨机，在适当的操作下此磨机能磨出它主人想要的一切东西。农夫受一条渔船的船长之骗，向船长泄露了开动此磨机的秘密，然后磨机终于被船长偷去。当他的船再一次装满捕获的鱼时，船长即指挥磨机磨出盐来以保存鱼类。但当磨出的盐已足够使用时，船长才想到他忘了向农夫寻问关闭磨机的方法。最后此船终因盐的负荷而沉没。至今这台神秘的磨机仍在海底继续磨出盐来，这就是海洋中为什么会有这么多盐的原因。

此传说与真实情况相差并不太远。现实中存在的这种神秘的磨机，乃是洋中脊(其穿过全世界大洋)和火山活动(与大洋板块的潜没有关)相结合的结果[参见 "大陆漂移"]。与这些过程有关的岩浆源的水(即从前从未成为液相的水)，就是氯、溴、碘、碳、硼和氮这些海水组份的一个来源。钠是由富含钠长石的火成岩风化而来。这种不断向海洋中添加盐分的作用补偿了因蒸发等因素所造成的损失。因此海洋的盐度在过去几百万年期间似乎都是比较恒定的。

盐腺(SALT GIAND)

一种特殊的腺体，位于一些海鸟和海龟以及海蛇的眼睛和鼻子的通道附近，这些海鸟有相当长的时间在海上度过(例如海鸥、海燕、信天翁和管鼻鹱)。盐腺的功能是分泌大量的水质流体，其含盐量比尿高。由于这种作用，这些动物能够摄取海水而不遭受脱水作用，通过肾除去过剩盐份时却必须脱水。

盐循环(SALT CYCLE)

见"海洋的年龄"。

真菌(FUNGUS)

有核的往往呈丝状并能产生孢子的生物，它没有叶绿素，但具有复杂形式的细胞结构。这种形式称为真核(eukaryoxic)且与真正的植物和动物细胞相同。对于真菌的系统发育史，一般的看法是基于这样一种观点，即它们起源于藻类或原生动物样的祖先，并经过连续不断的进化而演变成现今的植物类别。

真菌组成植物界中的一个门[真菌植物门(Eumycophyta)]，在这一门中已知的有数千种，其中大多数出现在陆地上。但真菌和酵母是水域和世界海洋沉积物中固有的。真菌和细菌都是使有机物质腐烂或分解的主要作用者。作为腐烂作用的角色，它们在海藻与动物的营养中起重要作用。但是在海洋食物链中，细菌和真菌的真实的重要性还没有研究清楚。这是因为很多溶解的有机物质(如葡萄糖，己醇酸酯和氨基酸)又被这些微生物消耗了。

海洋真菌往往侵害许多海洋动物，特别是某些海绵和软体动物[参见 "软体动物"]。在侵害软体动物的情况，有一种由真菌 *Labyrinthomyxa marina*

引起的牡蛎病害，在美国养殖牡蛎地区是有其显著的重要性。这种真菌可以毁灭沿路易斯安那州海岸的所有牡蛎。

真菌如网粘菌属（*Labyrinthula*）和 *Cochliobolus thalassiae* 也会引起某些海洋开花植物的病害，1931年北大西洋海岸和太平洋海岸以及欧洲的大叶藻遭受到了网粘菌属的毁灭性污染。在丹麦海域内，自从这次流行性病害之后，大叶藻的茂盛情况始终没有恢复过来。此外，这两类真菌对半热带地区的Thallassia或海龟草床特别有害，它们主要侵染的位置是在低潮时暴露在外的叶，并认为真菌在它们的作用中受到别的微生物的支持。

在海洋沉积环境中，真菌丝是无环节的线形虫的食物。这些蠕虫将摄食用的针状口针插入真菌细胞内吸取原生质。

海洋真菌也有能力分解木质纤维，因此，当专事在木头上钻孔的生物如船蛆侵害木质船体或成堆的木料时，它们的工作已是部分完成了［参见 “污损”］。

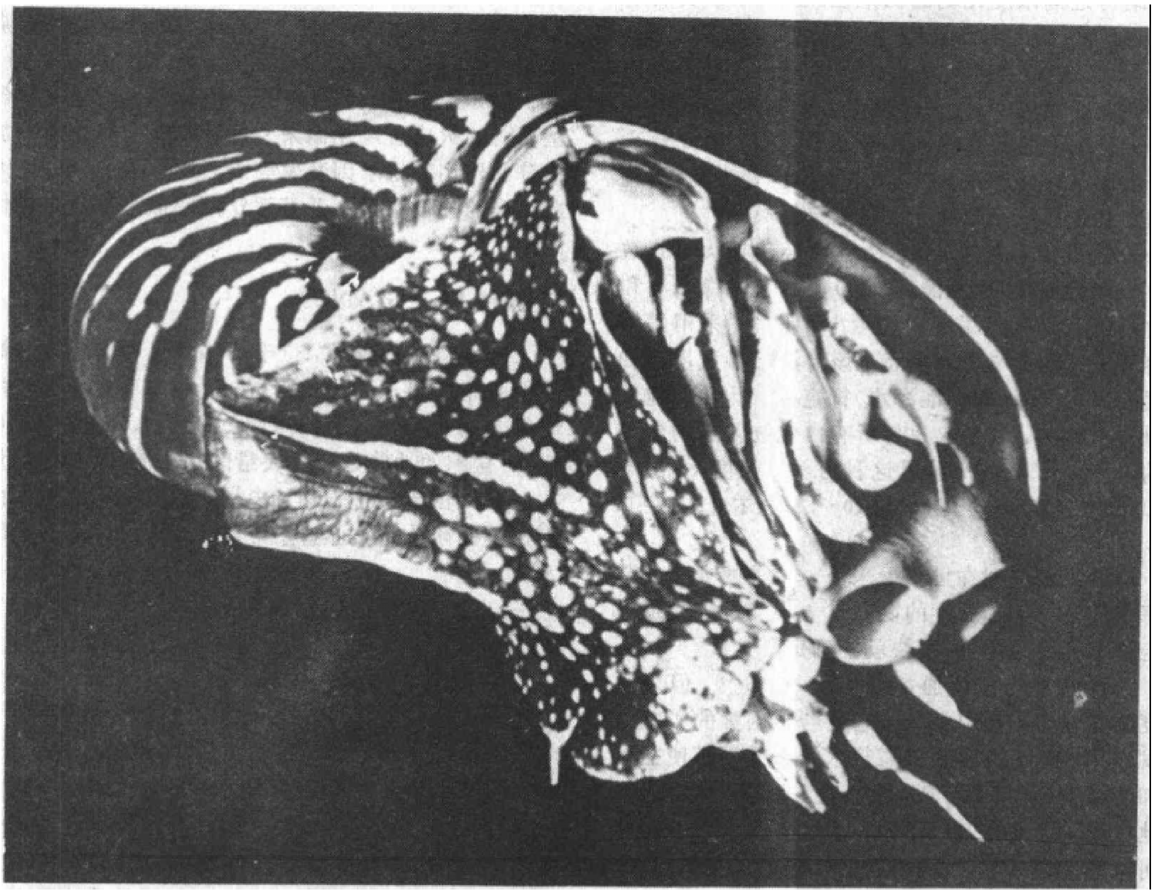


图　真菌同细菌一样，在海洋食物链中有一定地位，但它们又可毁灭性地大量破坏海洋植物和动物。照片中的头足类动物被一真菌的寄生物大量污染

真骨鱼类（TELEOSTS）

属于真骨类（Teleostei）鱼类的统称，真骨类是辐鳍亚纲（Actinopterygii）中的一个亚目。真骨鱼类代表非常庞大和多种多样的一大群，大约占所有生存鱼类的百分之九十。它们由于在支持结构，即它们尾鳍骨骼中有一对支架骨，有薄薄的圆鳞和一个作为流体静力学器官的鳔为其特征。

据信，真骨类在侏罗纪已经出现并已经历了迅速的适应辐射。它们是代表鱼类特化终点产物的鱼类，并没有进化到超越它们自己的脊椎动物类型。

索尔顿湖（SALTON SEA）

见“内陆海”。

莫里，M. F.（MAURY，MATTHEW FONTATNE　1806—1873）

马修·方丹·莫里是一位美国海军军官，是被广泛地认为首先推动海洋学真正发展的一个人。莫里1825年当上美国海军学校的学员，并且很快地被分配到海上值勤。他在海军各种舰船上，包括曾进行环球航行的美国探险考察船“文森内斯”号上共渡过了14年。莫里具有远大的眼光和理想。他把自学的数学、天文学、航海学以及观测和教育方面的知

识直接用在海上的工作中。1836年，他的第一本书——《新的航海理论论文》(New Theoretical Treatise on Navigation)作为海军军官航海教科书出版。1839年，莫里在一次事故中受了伤，变成了瘸子。身体状况妨碍了他继续在海上的活动。但是，他作为设在华盛顿D.C.的海图和仪器仓库的主管人却开始系统地收集海上的情报资料。他通过自己特别设计的航海日志广泛收集军舰和商船记录的有关海流、天气、风和其它有用的资料。后来他根据这些情报资料编绘成76幅图和写成一些通告，供海员们参考使用。这76幅海图分为6类：即航迹图，贸易风，领航图，热量图，风暴和雨图以及捕鲸图。关于这些图和通告，美国政府从1847至1860年间曾广为印发，并且很快的在全世界海员中得到普及和应用。1855年，莫里出版了《海洋自然地理》(The Physical Geography of the sea)一书。这本开拓性的著作迅速赢得了国际上上赞扬。虽然后来的发现和研究改变了莫里在这部书中所作的某些结论，但是他的首创精神和他在编辑及利用海洋资料中使用的系统方法却为海洋学的发展打下了基础。

莫里一生总爱与人争论。因此他受到同时代许多人的钦佩和尊敬，也受到另一些人的嘲笑和批评。美国国内战争开始阶段，他离开海军观测所所长的职位，并在同南部联盟时丢掉了他的大宗财产。19世纪60年代，莫里在英格兰和墨西哥居住。但是后来他又返回美国，并在美国渡完他最后的岁月。他1868至1872年间任弗吉尼亚军事研究所物理学教授，1873年2月2日死在列克星敦。

莫尔滴定法(莫尔－克努森〔氯度〕测定法)(MOHR TITRATION (MOHR — KNUDSEN METHOD))

用来测定海水盐度和氯度的一种标准的经验化学分析方法。这种方式和所有的滴定法一样，也是在被分析的溶液中加人已知量的标准溶液，直到获得给定的反应为止(颜色的变化、沉淀或电导率的变化)。在莫尔滴定法中，海水中卤化物离子同含有铬酸钾指示剂的标准硝酸银溶液产生反应[参见 “卤素”；“海洋仪器”]。

换能器(TRANSDUCER)

见“声呐”；“水声”。

热带气旋(TROPICAL CYCLONE)

见“飓风”。

栖息区域(HABITABLE ZONES)

在海洋环境中海洋生物生存的各个区域。在世界海洋中，生命集中在占总水体的4%左右水体内。基本原因是它们要进行光合作用，所以日光是必需的。而且，光合作用又是鱼和鲸鱼的生存直接和间接依靠的浮游生物所需要的。在热带光合作用区域的最大深度可到80—100米。在北纬，这一区域的深度不超过15—20米[参见 “纬度”]。

海洋环境中两大主要部分是海底(benthic)和水体(pelagic)。海底是指海底或接近海底的环境，而水体部分则包括各水层。

海底 海底栖息区可以分为海岸带系统和深海系统，这两系统的区分是根据截然不同的动植物区分，后者又是和光透射的变化紧密相关。

底栖动物的区分是按生活于底上或者底内。它们分为二个主要类群：1. 底上动物(生活于岩石、桩柱等坚硬基质或其他生物表面)。2. 底内动物(栖于软相海底的动物)。

底内动物几乎占据约90%的世界海洋底部，剩下的10%则为底上动物所居住。但是，底上动物的种类却四倍于底内动物。这是因为较靠近于水面的海洋区域内有更多的有利于生物生存的因子。另一方而，有些海洋生物如蛤，海星，螺和蠕虫则在上述两类动物内都存在。但是，这些同样的动物的许多种和属之间有相当大的差异，这种差异可区分其底栖生活类群。

海岸带系统是由海岸线到水深约181米这一部分的海洋环境组成的。在这一系统中有三个带：潮上带，潮间带与潮下带。潮间带包括高潮与低潮之间露出水面的海底。同时，延伸至植物能繁茂生长的最深深度(约12—18米)。在沿岸带的上部和潮上带的下部地区，由于波浪、风和潮汐的作用使生物难于生活。在这里的生物必须牢固地附着在海底或钻入泥土内，或具有解剖学上的构造使得它们能在暴露于空气期间得以生存。另外，还有一些生物则利用潮水水塘或者岩石洞穴作为临时栖息场所。由于海岸带生物附着基质的类型、海岸线的特点、暴露程度和水的温、盐度有很大不同，所以海岸带比起其他海底栖息区具有更多样的栖息环境及更多样的生物。

从潮下带伸展到大陆架外缘这一海底区，有大量的不同种类的生物，这些生物互为饵料或摄食自表层水沉降的悬浮物，这里的植物不如海岸带丰盛。

海岸带系统的底栖动物的生活方式一般分为三类：(1)固着的(不动的)，(2)爬行的，(3)穴居的。属于固着类或不动类型的动物包括海绵、贻贝、笠贝、石鳖、藤壶成体、珊瑚、管栖蠕虫、苔藓虫、水螅和海葵[参见 “珊瑚”；“笠贝”；“海葵”]。爬行的动物有海胆、甲壳类、扁虫和蛇尾动物[参见 “海胆”]。穴居动物包括许多双壳类、螺和蠕虫。

在深海系统中有半深海的，深海的和超深渊的区域。半深海区域从潮下带(180米)延伸到970米—1212米之间的深水处。在半深水区域，光度逐渐减弱，植物是稀少的。但动物的群体可能是繁盛的。在半深海区域以下或1200米以下，是深海区域，再

下面是超深渊区域。在这些区域内不见阳光并且水温通年接近冻结温度。这些区域内的动物群体比在上层区域内的要少。由于需要阳光的植物不能在这样的环境中生活，所以依靠植物性食物的动物主要是靠从近水面植物产生下沉有机物质为生。最深的超深渊区域内的动物主要有软体动物，腹足类、水螅、海鸡冠、特殊种类的海绵，海百合类，和海胆。

水体　海洋的水体部分包括浅海的和大海系统的整个水体。在这一区域中的生物有别于洋底生物。世界海洋中的植物和底上动物出现在浅海部。这一区域包括从最低潮线到大陆架的最外边缘的全部水体。在这一环境内，存在着最繁盛的海洋生物。这些生物包括自游生物——自由游动的动物如柔鱼，鱼类和鲸等和浮游生物——浮游的动物和浮游植物。硅藻是浮游植物的主体。实际上，可以这样说，所有的海洋生物都依靠浮游生物或与有机物质有关的生物。在这些生物中，浮游植物主要是指微小的藻类，它们进行无性生殖，对温度极为敏感，必须生活在181米或小于181米水深的上部区域内。这是由于它们对光合作用的依赖性所决定的。浮游植物为浮游动物所消耗，浮游动物又为较大的海洋动物所消耗。

从外大陆架到海洋最深处称为大洋部。在这一水域内包含有海洋动物区系和植物区系，例如有许多海洋动物，大量的鱼，大规模的浮游生物和漂浮的海藻（如马尾藻）生活在上部区域（上层）内，而大量的浮游生物生活在中部区域（中层）内。在这一地区之下，最深的水域这内还有细菌和一些动物以及植物的残余碎屑。

格陵兰海(GREENLAND SEA)

北冰洋的一个海，位于格陵兰、冰岛和斯匹次卑尔根群岛之间。北以斯匹次卑尔根的最北端到格陵兰岛最北端的连线为界；东自斯匹次卑尔根的西岸，西至格陵兰的东岸和东北岸（在南森角与最北端之间）；东南以斯匹次卑尔根的最南端和冰岛盖皮尔之最东端的连线为界；西南以冰岛的斯特勒伊姆角和格陵兰的南森角的连线为界。格陵兰海总面积为12.05万平方公里，容积为174万立方公里，平均水深为1444米。

发现格陵兰海的第一个探险家，可能是皮特阿斯，他于公元前320年的一次航行中发现的。可惜的是，关于这次航行的本人记述已失掉，留给我们的只是古典作家波利比乌斯和博学的地理学家斯特拉波的叙述。根据他们的记述，皮特阿斯航行经过直布罗陀海峡，再转向北沿西班牙和法国海岸航行，并在那里花了一些时间研究潮汐。当他一过了不列颠海岸（为那时所知世界的尽头），他好象觉得已经过了大陆的尽头，肯特和奥克尼斯，已经环行不列颠一周了。他们的记述还指出，皮特阿斯从不列颠向北航行了6天后，就发现了大陆，其大小约相当于在冰海里航行一天的航程，那里，夏天的白昼只有2—3小时长。这可能就是格陵兰海东南的冰岛。但是，有的学者认为，应该是挪威海岸，那里有更为符合的证据。如果皮特阿斯的这次航行完全可信的话，应该说，他是有史以来最伟大的探险家之一，因为，从那时以后一千年内，再无别的人能比他那一次航行更为卓越的了。

在19世纪的后半个世纪，当不列颠诸岛开始受到北欧人掠夺时，一群爱尔兰的僧侣被赶出来，他们只好迁移到冰岛，另找隐居之地。不幸，不久北欧的海盗又到了冰岛，这群僧侣又只好继续往西考察和迁移。晴朗的日子，从冰岛的一些地方可清楚地看到格陵兰的山顶。980年，受这个新岛的吸引，两位冰岛人率领一批人渡过丹麦海峡，在格陵兰东岸住了一个冬天。982年，埃里克·图瓦尔生（多半认为是红埃里克人）因谋杀案被赶出冰岛流放了三年。埃里克为了给后来的移民作好准备，致力于格陵兰岛海岸考察，度过了他多年的流放生涯。后来，可能在986年，他带领一大批冰岛人去格陵兰。这就是被称为比R.E.伯德的考察还早的一次最大的极地考察。他在尤利娜霍布和戈特霍布附近建立了两处居民点。据冰岛的历史记载，约于1194年，北欧海盗在格陵兰遍地搜捕海豹、海象和鲸鱼时，发现了斯匹次卑尔根群岛。

格陵兰海底的沉积物是混杂的，有被冰筏和海流剥露出来的基岩，也有被冰川融化后沉淀下来的陆源物质，有球房虫软泥，也有硅藻软泥。有些区域，特别在冰岛周围，海底沉积物中有大量的火山灰。这些沉积物覆盖在以海脊、海盆为特征的复杂地形上，形成褶皱状。格陵兰海底有两个大海盆，一个为冰岛海盆，最大水深为2793米；另一个为格陵兰海盆，最大水深为4846米。两海盆被西扬马延海脊分隔着，海脊的水深为1000—1500米。洋中脊的延体从冰岛断断续续地向北伸展，经扬马延岛直到斯匹次卑尔根群岛之西。在斯匹次卑尔根群岛的西面，有两个小海盆：北斯匹次卑尔根海盆（勒拿海槽），最大水深为4000米；南斯匹次卑尔根海盆，最大水深为3750米。这两海盆，南部被巴伦支盘海脊，北部被斯匹次卑尔根海脊分隔开。

格陵兰的东岸外海，终年有一条海冰带，只有具特别结构的船只，9月份才能在格陵兰海的南部海域航行。潮汐性质为半日潮，潮差：格陵兰东岸为1.9米，斯匹次卑尔根沿岸为2.0—5.0米。

格陵兰海的海水由四种不同水团组成：北极水经格陵兰陆架往南流，再与格陵兰海流相汇；中层水，来自斯匹次卑尔根海流，往南流后，沉到极地水之下，于200—500米层之间形成中层水；挪威深层水，来自扬马延岛周围，流到中层水之下；北大西洋水，源于伊尔明格海流，其比重重于北极水，但轻于其它两个冰团。

“格洛玛·挑战者”号(GLOMAR CHALLENGER)

一艘美国海洋钻探船。该船具有动力定位的性能。就是说，它通过一个底置的声呐信标和安装在船舷侧圆窗上的水听器控制推力器，使船的位置保持在钻孔的上方。用这个方法获得的信息输到计算机中，计算机则自动控制住声呐信标上方船的各种运动。这艘长 121 米，宽 19 米的钻探船配备着一个钻探井架，其塔高于水线大约 61 米。“格洛玛·挑战者”号建成于 1968 年。它能够在水深 6060 米的大洋底上钻孔取岩芯。

自 1968 年以来，“格洛玛·挑战者”号已经进行了多次航行。它在世界大洋的各个区域进行了地质样品或岩芯的钻取和分析工作。有些海洋沉积物是从靠近美洲和非洲的北大西洋两边最深部分的大洋盆中获得的[参见 “海盆”]。经测定，这些沉积物的年龄大约是 1.55 亿(155×10^6)年。

“格洛玛·挑战者”号的深海钻探作业于 1968 年 8 月在墨西哥湾开始。为了验证由于海底扩张造成大陆漂移的假说，“格洛玛·挑战者”号首先在大西洋、太平洋和墨西哥湾中钻取了圆柱形大洋底沉积物岩芯。后来为了普遍调查深海盆的沉积物和研究沉积物之下的地壳岩石情况，它从各个大洋都钻取了岩芯。

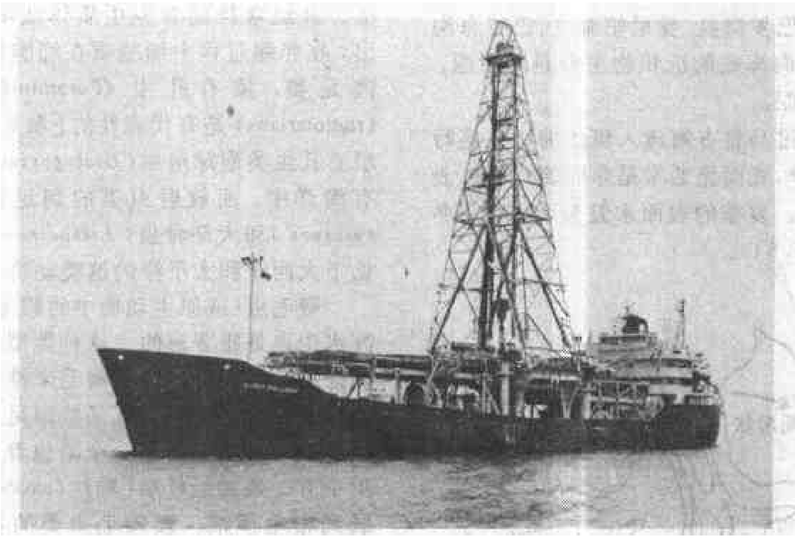


图 美国船“格洛玛·挑战者”号自从 1968 年起在大洋底钻探和取岩芯作业中创立了许多记录

“格洛玛·挑战者”号在深海钻探计划中获得的岩芯和所做的研究工作，现已证明对所有的地球科学工作者来说都是非常宝贵的。此外，“格洛玛·挑战者”号曾在墨西哥湾锡格斯比海沟水深 3550 米的地方钻取出岩芯。后来在北大西洋中创造的记录是在水深 4944 米的洋底又往上钻探了 836 米，而这个记录随后也被打破了。

“洛洛玛·挑战者”号自下水以来先后完成了许多任务，取得了很大的成就。这艘船是深海钻探计划的作业中心，而深海钻探计划已被广泛地认为是地质研究史中最重要和最有成效的研究计划之一。“格洛玛·挑战者”号的作业帮助积累了大量的最新科学资料。它在板块构造，地球化学，古气候学，考古学和古海洋学研究方面做出了贡献。这些成就和发现包括：

* 证实了海底扩张。

* 在墨西哥和西非近海海底发现了具有石油开发潜力的盐穹。

* 在南极发现了早在 1500 万年前开始形成的冰川。

* 发现大约在 1200 万年前地中海是一个巨大的充满盐和石膏的“死海”。

* 发现混浊流不断的从亚马逊河将粗砂输运到中大西洋海脊。

* 深海钻探器运用的各项技术革新，例如动力定位，声呐再入技术，改进的取芯钻头和改进的取岩芯技术等现在已被应用到近海钻探和采矿工业中。

深海钻探计划——“格洛玛·挑战者”号惊人的工作又导致了一项关于大洋边缘钻探(OMD)的十年研究计划。这项研究计划的目标是提高人类关于地球科学的知识，促进资源勘探和技术发展。

作为钻探技术迅速发展的证据，“格洛玛·挑战者”号于 1970 年 6 月 14 日完成了一项突破，即在一个深水钻孔上成功的实现了再钻入作业。船员们在更换了用坏的钻头之后又成功的找到并使新钻头进入 3030 米水深的原钻孔之中。几个月之后，又在 3040 米水深的地方成功的完成了一次类似的作业：在钻入海底 697 米的时候，钻头坏了，当取出钻杆换了钻头之后又重新放入原来的钻孔，并继续往下钻

探了 60 米。钻头再入是借助于一个高分辨能力的扫描声呐系统来完成的。这个系统一直作用到远离钻台的钻头那里，并能引导它进入安置于洋底上的一个漏斗形接收锥面中。这种成就预示着近海钻探技术中一个新时代的来临。

班达海(BANDA SEA)

位于西太平洋。西边以苏拉威西岛为界，北边以布鲁岛和塞兰海为界，东界为卡伊群岛，南界为丹尼巴群岛、帝汶岛和佛罗勒斯岛。班达海面积为 69.5 万平方公里，容积为 212.9 万立方公里，平均深度为 3064 米，最大深度为 7440 米。

一个地形复杂的海脊把班达海分成了北班达海盆、南班达海盆、安巴罗海盆、曼尼帕海盆、巴特海沟和韦伯海沟。班达海海底的沉积物主要是陆源泥、火山泥和球房虫软泥。

太平洋的水通过马鲁古海流入班达海。在盛行季风的影响下，冬季，表面流通常是东向流；夏季，表面流通常是西向流。夏季的表面水温为 28.9℃，冬季的表面水温为 25.6℃。

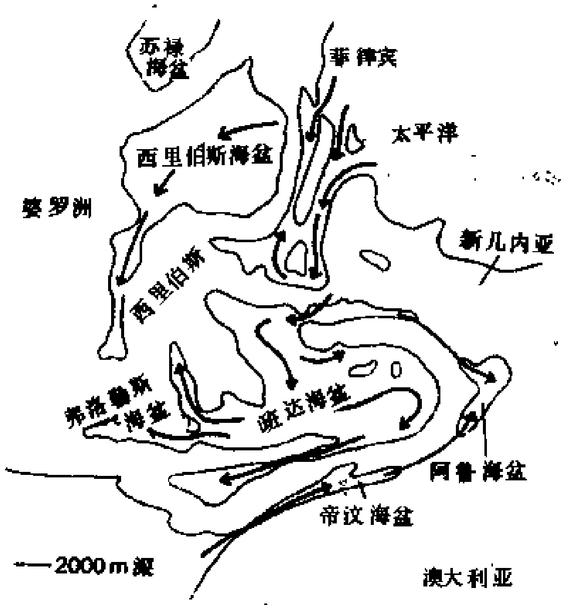


图 班达海的海流流向

原生动物(PROTOZOA)

在动物界各种单细胞微生物门类中传统分类的名称。原生动物门通常被采纳的分类法如下：第一亚门——肉足虫亚门(Sarcomastigophora)；第二亚门——孢子虫亚门(Sporozoa)；第三亚门——鞭毛虫亚门(Cnidospora)；第四亚门——纤毛虫亚门(Ciliophora)。"Protozoa"(原生动物)这个字取自希腊文，意为"第一种动物"。不过，有些原生动物[例如，鞭毛虫(Phytoflagellates)和粘霉菌(Slime mold)]显示出植物样的特征[参见 "分类学"]。

原生动物是有真核的(eukaryotic)微生物：即它们含有一个核，并由有丝分裂的方式进行分裂。这种核的分裂是一种染色体丝状体进行精确复制和分裂的过程，因此，两个子核的每个都带有与其母核染色体数量完全相同的染色体。这种微生物，象氧一样，是向更高的生命形式进化的一种必要前提。

原生动物在自然界中分布很广，并在世界各海洋中有独立生存的种类。其大小从小于 3 微米到数厘米。虽然原生动物形状变化很大，但在漂浮的种类有趋于整体对称的倾向。而多数游动的个体呈螺旋扭转。已知在鞭毛虫，纤毛虫和肉足虫是群体。

最普通的海洋原生动物是肉足虫[肉足亚门(Sarcomastigophora)中的肉足虫纲]。这些有机体一般总是由于它们的运动包含着原生质的流动而有特征。并经常伴随着原生质体或细胞活动部分的凸出，在伸缩过程中细胞质在细胞内流动。这种海洋肉足类，象有孔虫(Foraminiferans)和放射虫(radiolarians)是有代表性的[参见 "放射虫"]。上层有孔虫类泡球房虫(*Globigerina bulloides*)见于所有海洋中，而放射虫类的刺足色被虫(*Peridium spinipes*)和大环骨虫(*Lithocircus magnificus*)分别见于大西洋和太平洋的这类动物中。

鞭毛虫(或原生动物中的鞭毛虫总纲的成员)在海水中也是很普遍的。这种类型的动物利用一条或多条细小的鞭样的臂或鞭毛来推动自己。这种细胞器(organelle)或鞭毛，在某些肉足虫类和孢子虫类中也有。一根鞭毛是由一个鞘包着一条基质。在这基质中有一条神经纤维[轴丝(axoneme)]，从细胞质伸展到鞭毛顶端。腰鞭毛虫类的夜光虫(*Noctiluca scintillans*)是这类动物中最大的一种(1.5 毫米)。腰鞭毛虫是原始的海洋动物，硅鞭毛虫(或硅鞭目的成员)是具有内部硅骨骼和一条单鞭毛的海洋鞭毛虫，小等刺硅鞭藻(*Dictyocha fibula*)这个种见于大西洋、太平洋和墨西哥湾的海域中。海洋植物多半是硅藻类和鞭毛藻，而硅鞭藻(金藻门植物，硅鞭科成员)是海洋浮游生物的有鞭毛的微生物。它们的外骨骼与放射虫的相类似。

纤毛虫(纤毛亚门，纤毛纲)是具有纤毛并有与鞭毛虫的结构和行为相似而较短的细胞器的一些原生动物。有的种是海洋的，而肠肾虫(*Nycotherus*)[旋毛虫亚纲(spirotrichida)异毛目(Heterotrichida)]可见于两栖动物和许多无脊椎动物的肠道中。

原生动物的摄食方法不同。最普通的一些方法是利用吞咽微粒物质[吞咽摄食(phagotrophic feeding)]和使溶解的食物通过表层(peripheral layer)[食腐的(saprozoic)]。此外，带着叶绿素的鞭毛虫，是通过光合作用获得营养的。

研究原生动物在海洋系统中的作用是海洋生物学中最基本的问题之一。例如，各种异养原生动物在海洋食物网中的作用还没有完全了解[参见 "海洋食物链"]。

在海洋中，有被溶解的低分子量有机物质的大

量生产，如由浮游植物和浮游动物生产的葡萄糖和氨基酸。对这些化合物异养吸收的研究表明微生物迅速地利用它们，从而使这些物质保持低的浓度。生产一利用相当重要的这一方面的途径还不清楚。

另外，据一些科学家推断，很大数量的浮游植物是被原生动物消耗的，而不是被小型甲壳动物消耗的。通常认为它们是海洋中的初级草食性生物。这种信念，加之微生物利用溶解的有机物质这一迹象，使得许多人都认为：在海洋中光合作用的减弱是由于微生物的原因，而不是由于甲壳类和鱼类的原因。如果真是这样，海洋食物网的微生物方面可能在数量上比大多数浮游生物更为重要。沉浸在世界各海洋中主要微生物的能量存在的测定，在利用它们做为食物来源的战略设计中有重要意义。

圆腹鲱(MENHADEN)

圆腹鲱（Menhaden 又名 Pogy，mossbunker 或 fatback）是鲱形目(Clupeiformes)鲱科(Clupeidae)鱼的名称。圆腹鲱是不知名的，但它却是世界海洋中最繁盛的鱼之一。虽然很少为人类食用，但它们有工业上的重要性，特别作为肥料。事实上，menhaden 这个名词出源于美国印地安语 munnawhateaug，意为“肥沃的物质”。

圆腹鲱出现在沿北美海岸的温带水域内。大西洋圆腹鲱（*Brevoortia tyrannus*）出现在从诺瓦斯科夏到佛罗里达中部。海湾圆腹鲱（*B. patronus*）出现在从佛罗里达南部到墨西哥的韦拉克鲁斯。在分布范围内，并不是完全一样繁盛，而是在一生中的一定时期它们集中在某一地区。在较温暖的月份内，生活在近表面的水域内，遍及大陆架内半分的上面。在较冷的月份里，它们难得出现在表层水域内，并有明显的事实说明在这个时期内它们生活在遍及大陆架较深的水域内。

这些鱼类有根据大小与年龄集群的趋向。从数百到数千条鱼形成一鱼群。这一习性使渔民利用网（围网）捕捞它们相当方便。

在风平浪静的天气里，人们可以见到大群的圆腹鲱在水器伸出它们的吻摄取食物，偶尔还看到以背鳍和尾突破水面而出。鱼群往往十分密集，好象在大西洋沿岸和海湾沿岸（Gulf Coast）水域上的大片浮云的阴影使水面发暗。

圆腹鲱的颜色是变化的，从上部的深蓝到绿色，蓝一灰或蓝褐色，体侧为银色，腹部和鳍带黄色的光泽。身体的两侧，鳃孔之后有暗灰色的斑点，之后有数目不等的较小的黑斑点。身体两侧多少扁一点，与其它鲱鱼类的成员相似。无鳞的头与身体相比很大。身体上鳞几乎是纵长的（不成圆形），边缘不是光滑的而具有长的梳子状的齿。大而博裂的嘴无齿，下颌突出于上颌。尾部分叉很深。圆腹鲱以摄取微小的植物和小的甲壳类为生，微小的食物通过高度专门化的筛状的鳃耙从水中筛滤出来。大西洋种的成年鱼平均重 0.4536 公斤，长 30 厘米到 37.5 厘米，可活 7—8 年。海湾圆腹鲱是较小的鱼，重不足 0.227 公斤，寿命不足 3 年。圆腹鲱的鳃的面积对体重有较大的比例（每克体重占 1770 平方毫米的鳃面积）。鳃面积的大小指示一条鱼可以吸多少的氧，作为比较，鲭鱼每克体重占 1160 平方毫米的鳃面积。

圆腹鲱是含脂肪非常多的鱼，具有很多细骨。这些性质阻碍了这一品种作为食品而受到欢迎。而圆腹鲱又是有价值的，因为工业产品（鱼油与鱼粉）是由圆腹鲱制成的。事实上，没有一条圆腹鲱是直接用作人类的食品。美国生产的鱼粉中的三分之一和四分之一从海洋动物制取的油脂都来自圆腹鲱。大部分鱼粉是用作猪与鸡的补充饲料；油是用作制造各种商品如人造黄油，油漆，杀虫喷雾剂，印刷用的油墨，肥皂和润滑油，也用于皮革鞣制与铸铝。

俾斯麦海(BISMARCK SEA)

位于南太平洋的西北隅。其西南部与新几内亚相邻，北、东、南三面被俾斯麦群岛环抱。具体范围可定为，沿新几内亚北岸，从鲍德新角起，沿顺时针方向，经武武卢岛、尼尼戈群岛、赫米特岛、阿德默勒尔蒂群岛、新汉诺威岛、新爱尔兰岛、新不列颠岛和温博伊岛到新几内亚的特利雅塔角的连线为界。俾斯麦海的总面积为 4 万平方公里，容积为 6 万立方公里。

俾斯麦群岛共有岛屿 300 多个，是英国航海家 W. 丹皮尔于 1700 年发现的，但直到 1884 年德国占领时才宣布。第一次世界大战结束时，成为国际联盟的托管地，受澳大利亚治理。第二次世界大战后，又成为新几内亚联合国托管的一部分，仍受澳大利亚管理。1511 年，葡萄牙航海家 A.d. 阿布雷亚首次发现新几内亚（仅次于格陵兰的世界上第二大岛）。1542 年，西班牙考察家 O.d. 雷耶斯成为第一个踏上该岛的高加索人。

俾斯麦海的海底，与其南面的所罗门海相比，并不十分复杂。它是一个近似椭圆形的海盆，主要由两个洼地组成，东部为新爱尔兰海盆，西部为新几内亚海盆。两海盆的深度都在 2000 米以上，被一条西北一东南走向的海隆分隔开，还有许多海山星布于海底。海盆的四周围绕着巨大的死火山锥［参见“海山”］。此深海盆都被球房虫软泥覆盖着，局部地区，也可见到火山灰和泥，并带有碳酸盐碎屑。该海的海流，大部分月份，来自南赤道流［参见 “赤道流系”］。

透光区(EUPHOTIC ZONE)

也称光合作用区，它是海洋从表面向下至光合作用有效光透射的极限层［参见 “藻类”；“栖息区域”；“氧循环”］。

氧循环(OXYGEN CYCIE)

发生在生物圈的交换过程，氧作为维持地球上生命过程的一种基本要素，它在呼吸、燃烧和其它氧化过程中被耗用，但也不断地得到补充，并供应给大气。

按体积计，氧约占空气的21%。发现在任何高度(64公里)上氧的浓度都是一样的。除惰性气体外，实际上氧与一切化学元素都容易形成化合物。在海水中氧与氢化合在一起。在地壳中，大部分氧结合为硅酸盐、氧化物和水，水中约含89%(按重量计)的氧。

世界大洋中的氧，大部分是由大气通过气—海界面进入的。这种交换的速率相当慢。对这种溶解氧的浓度，习惯上系用温克勒尔法测定。此浓度受溶解度系数控制，后者基本上是温度、压力和盐度的函数。因此，海洋中氧的含量随季节和地理位置而变异。

风、高速混合以及边界层扩散作用都有助于交换过程。通常，由于风和其它海洋过程的充分混合作用，在海洋的表面存在一个溶解氧浓度最大而且相当均匀的水层。但是来自深层的上升流能使表层出现过饱和或不饱和的现象。紧靠表层之下直至约80米深的区域为真光层或光合层，采用这样的名称是因为其阳光充足，有利于浮游生物的光合过程。由此途径供给海水的氧使之与大气的交换作用增加，表层的氧也会失散于大气中，并由于动物的呼吸和细菌对有机物质的分解作用而消耗。

一般说来，海水中氧的浓度在100米深处要发生一些变化(变化4—6‰)。在此深度以下到温跃层，氧含量通常逐渐减少，这主要是由于海洋有机物质的氧化造成的，在北纬20°到南纬20°左右这部分大洋区，深度约在400—1000米之间达到最小值。低于此深度时，氧含量通常随深度呈直线增加，这种增加主要是由于海洋循环过程造成。在这种过程中，通过新的富氧水的侵入，氧有不断被全面更新的倾向。但是，多数深层大洋区的溶解氧是非常贫乏的，有些区域氧被完全消耗殆尽，这叫缺氧区。在元素氧短缺的海区，有机物质和无机物质的氧化仍可进行，此时所用的氧化剂为硝酸盐、硫酸盐以及(可能还有)碳酸盐。

海洋生物在大洋中的分布以及许多生物生存的主要因素，都与海水中溶解氧的总浓度或其短缺和更新的组合效应有关。

氧化还原电位(eH)

见"氧化还原电位"。

氧化还原电位(REDOX POTENTIAL)

氧化还原电位或eH是一个放在可逆的氧化还原体系中的惰性电极上的电位差，它是该体系氧化状态的一个尺度。

在海水或任何水溶液介质中，氧化还原电位基本上是该液体提供或消耗电子的能力的一个尺度。在电位测定中，是把放在大量溶液或天然介质中的惰性电极与一氢电极(或其它参考电极)相连接，构成一个电池，所得电位差就是eH。

除pH外，eH也是海水的一项重要变量，因为它提供一种方法，以确定何种分子或离子是稳定的，何种氧化还原反应是可能发生的。在eH—pH图上，能把水环境的特性表示出来，可以确定矿物和溶解物质的稳定性，可以定出代表不同存在形式之间平衡线的位置。

爱尔兰海(IRISH SEA)

大西洋东部的一个海湾，位于爱尔兰岛(在西)与英格兰及苏格兰(在东)之间。北面以苏格兰的加洛韦海角到北爱尔兰的巴利昆廷角的连线为界。南面从威尔士的伍尔塔克角，经斯科默岛和斯莫尔斯，到爱尔兰的康索尔角的连线为界。爱尔兰海，北部有苏格兰与北爱尔兰之间的北海峡，南部有威尔士和爱尔兰之间的圣乔治海峡与大西洋相通。爱尔兰海有两个主要岛屿：马恩岛和洪安吉利赛岛。该海的长度为370公里，最大宽度为225公里。海洋学家把爱尔兰以南的海域称为凯尔特海，其南部以地角与阿申特的连线为界。

爱尔兰海和凯尔特海，两者全部都在陆架上，其海底无多大坎坷起伏，唯有一条海槽的痕迹，经爱尔兰海向南进入凯尔特海，还有许多封闭性的海盆沿海槽轴向分布。爱尔兰海的东半部较浅，西半部较深，水深约为259米。沉积物有泥、沙和贝壳碎屑。

爱尔兰海的海流主要为风海流，由凯尔特海向北流入，并有许多漩涡出现。爱尔兰海的潮差，差别甚大，东部潮差大于西部，爱尔兰沿岸潮(差)(原文为潮汐，应以潮差较明确。——译注)约为1.2米，而英国某些地区沿岸，大潮[参见 "潮汐"]潮差可达12米，一般的潮差为6米。表层水温，冬季为5—10℃，夏季为13—17℃。

爱尔兰藓(IRISH MOSS)

或叫角叉菜(*Chondrus Crispus*)，它是一种红藻的名字[参见 "海洋药物"]。

胶体(COLLOID)

由两种物质完全混合所组成的一种系统。胶体中的一种物质是胶质，它分裂成很微细的并分散在第二种物质(介质)中，介质可以是气体、液体或固体。胶粒是极其微小的，在电子显微镜下才能看清和测量其大小。

在海水中出现的胶体其大小一般为 10^{-7}—10^{-5} 厘米。它们大多是由较粗的物质粉碎成较细的颗粒这一分散过程，或由原子或分子被激发而从

溶液中聚集的凝集过程而产生的。根据被水吸引或与水结合的能力，胶体又分成亲水的或嫌水的两类。在海水中的胶体是由矿物质，大分子，生物的聚合物碎粒以及水解和沉淀物组成的。胶体有许多独特的性质，其中包括稳定性。稳定性主要由分散相的大的表面面积形成的，由此而产生离子吸附作用，离子赋予胶粒，电荷致使胶粒互相排斥，防止了胶粒的进一步集聚和随之而产生的沉淀作用[参见"吸附作用"]。

对海水中的胶体状悬浮体，特别是这种悬浮体在海洋中的作用的重要性现今还知道得很少[参见"颗粒物质"]。但是，钙、镁、铁、铝以及氢氧化物和碳酸盐的胶体状况沉淀物显然使有机物质高度浓缩。这种作用的意义还需要强有力的评价。

铁锰结核(IRON－MANGANESE NODULES)

见"锰结核"。

秘鲁赤潮(AGUAJE)

见"厄尔尼诺"。

秘鲁海流或洪堡海流[1](PERU CURRENT or HUMBOLDT CURRENT)

宽而低流速(流速低于0.5节)的寒流，沿智利与秘鲁海岸向北流动，围绕南太平洋海盆反时针旋转。它起源于沿海盆南边缘向东的西风漂流到达南美时又偏向北的那一部分。秘鲁海流比较浅，其流量估计为15×10^6米^3/秒。海流的南部有时又称为智利海流。

在秘鲁海流附近，盛行风和科氏力的作用共同推动表层水向西。这种位移则使下层营养物质丰富的冷水升至表层，平静的富含营养物的表层水为鱼类提供了大量的饵料，使之成为世界上著名渔场之一，秘鲁鳀和金枪鱼特别丰富，因此吸引了大量海鸟，而海鸟又生产了大量的商业性沉积——海鸟粪。

南半球的夏季期间，信风吹动暖而咸的赤道水沿赤道向西。有时，风力较弱，甚至偶然不足以吹动海水。此时，冷而营养丰富的下层水停止上升，浅层的赤道水向南运动并代替了它。在这种情况下，秘鲁鳀很难生活，暂时移栖到其他地区，这样便出现了所谓的厄尔尼诺现象，使成千上万的鸟饿死，减少了鸟粪的生产。

当秘鲁海流接近赤道时，便开始转向西，一直到汇入南赤道流[参见 "赤道流系"]，并在信风的作用下，穿越太平洋。

1) 洪堡海流有的译为亨博尔特海流。——译注

航道(CHANNEL)

见"大洋"。

航海图(NAUTICAL CHART)

为航海家绘制的专用地图。图上指明海底的性质和形状，标出了航道、礁石和浅滩的位置及航行中的一些辅助设备。海图为海员提供精确的地理描述、隐藏的障碍地带和安全航道。航海图通常是为沿海领港员印刷的官方文件，至于航行的其他问题，如有关的设备和适时的情报等，并不包括在图内。

第一张海图出现在1400年前，那时的海图，由一些带说明的标记和恒向线加上相应于罗盘上主要点的网状线组成。在这张清晰的地图上，根据方位，正确地表示了大陆各沿海区域的关系和各港口之间的距离。

1569年，墨卡托出版了一幅世界地图，他采用了新的、改进了的导航系统。墨卡托投影是将圆柱套入地球，使圆柱面与地球赤道相切，然后使地球的经度、纬度在圆柱面上展开。用这种方法，墨卡托制成了一幅航海图。墨卡托投影图上，经线为等距离的垂直线，而水平线随着纬度的增高而加长，这样以使纬度和经度之间的正确关系在任何一点都是不变的。现今，所有的航海图，除高纬度外，均采用墨卡托投影。普遍采用墨卡托投影的原因是恒向线或在恒定罗经航向上所规定的航船航线，在投影上是一条直线。

在图上标示的所有信号都是国际标准符号和缩略语。海图同样是用各种颜色印制，以帮助识别和判断大陆，在这一点上和其他方面，航海图和航空图是相同的，但是，航海图也有自己一些特点。所有航海图都和水域相联系，主要为海员提供资料。而航空图主要是描述大陆区域，并为飞行员服务。

在美国，航海图和航空图，以及海员用的其他一些出版物都是来自于美国海军海洋局、海岸大地测量局和美国空军的航空图与资料中心。

海图在航海中是不可缺少的。它描绘了海上地理概貌，包括经度和纬度的尺度、有用的地形特征和帮助航行的辅助设备、水深、地磁资料、警报标记和电子辅助设备资料。印刷的地图是精确的测地学、海洋学和制图工作的共同产物，并且常常以最大限度来保证航行的安全。

能量(ENERGY)

海洋固有的做功能力。以不同形式分布在整个世界大洋的各种自然能源，代表着一些可以得到并能利用的力。这些力基本上都具有作功的本领，能被用来把能量或运动以某种方式传递给一物体。而产生的作用，可用来操纵适当设计的工程系统。

石油、天然气和煤是一些能产生能量的物质，它们可自岸外海区得到。近几年来，世界上的某些国家已作出对这类物质开采的努力。但是作为另一种开发源，海洋中还存在一些其它形式的能量：一种是太阳能，另一种是地热能；第三种是海水中化学物质

含有的能量。

太阳能是取之不尽的。由太阳辐射每天送达地球的能量，为所有矿物燃料和核燃料所放出能量的20万倍以上。地热能，或自地球内部导至地球表面的热，也代表着一项巨大的能源。已知沿得克萨斯和路易斯安那湾海岸出现地热或"地压"水源。与其它地热区不同，此地压区水的能位不限于热能。这种热水的极高流体压力是机械(水力)能的一种潜在的来源。溶解的天然气(主要是甲烷)对其能量资源也有重要贡献。

太阳能和地热能都为海洋所吸收，所传递的热量是造成某些海洋现象的直接原因或间接原因。这些现象又可用作动能之源。这些能源主要是海洋温差、海浪和海流。

大洋水本身最主要的化学成分是氢和氧的化合物，它代表着另一巨大的能源，换句话说，氢是地球上最纯净的燃料。氢可由海水用电解的方法得到。

海洋温度梯度 可以设计和建造各种不遭污染的机械，它由大洋水的温差产生动力。温度梯度和太阳能的转化早在1881年就已提出，当时法国物理学家雅克达索瓦尔就预见，人类能够利用海洋中的热。

发电系统的概念是基于这样的事实：在赤道和热带大洋水中，太阳辐射到海面上的热量(每天平均2650千卡/米²)使表面水与大于300米的深处水的温差达22℃以上。温暖的表面水可用来使易挥发气体如丙烷或氨沸腾和气化，然后可把产生的气体(很象蒸汽)用于驱动涡轮叶片发电机。再把表层下的冷水打上来，让它把所用的气体冷却为液体，这种液体又通过涡轮机重新循环使用。据推测，这种涡轮机能产生高达16万千瓦的功率，通过电缆可将其输送到岸上。

海流 海流特别是西部的边界流是一种可利用的能源。这些海流由与海洋和大气吸收太阳辐射有关的复杂过程获得其能量。由于地球旋转，海水和空气则流动，通过这种运动，热量由赤道向极地区重新分布和转化，最强的海流最终集中在洋盆的西部边缘(或陆地的东部海岸)。在世界大洋的这种强大流系中有美国岸外的湾流，日本岸外的黑潮和非洲岸外的厄加勒斯－索马里流系。

开发这种海洋能源的计划就是在海流的表面附近放置适当设计的螺旋桨式涡轮机(水力发动机)，海流通常是紧靠其表面最强。

海浪 和海流的情况一样，海浪(靠风力向前传播海水的波峰和波谷)含有大量动能，它可以转化为适用的形式(例如电能、压缩空气等)。

据估计，如果利用大不列颠岸外的波能就能提供该国全年所消耗的总电能。已提出一些方案，将这种形式的海洋能量转变为电能。其中进展最快的一种是由一个大的旋动叶片系统组成的装置，叶片随波浪的运动而上下运动。这样的运动能产生高压水的脉冲以推动涡轮机。这种能量又可用来把水分解成氢和氧，氢可输送陆上作为发电站和汽车的燃料。

虽然这样一种想法尚未付诸实施，但已采取某些步骤以使波动转化为航标的电能。获得大洋中某一位置上波分布的详细资料后，就可能在该位置处利用涡轮发电机组把波能转化为电能。

潮汐 潮汐(周期大约为12.5小时)能提供大量运动的海水，特别是在沿岸区。

这种能源在法国的布列塔尼(圣马洛附近)已得到某种利用，例如在1967年，法国建成一个大型横切潮流的成套发电装置。在这个区域，每天有两个低潮和两个高潮，潮差平均高于111米。已设计出一种形似潜水艇的新奇发电机，它能有效地对付涨潮和退潮期间的潮流特性。苏联在北冰洋的海湾的站位上也有潮汐发电站。在美国和加拿大之间帕萨马阔迪河口区，潮差为12.25米。

氢 氢是水的一种成分，大量存在于地球上的湖泊，河流和海洋中。电解海水就可得到这种有效的燃料，此时水被分解成氢和氧。已经提出一些在海上进行这种电解的建议，即把海流和(或)温度梯度的能量转变成电解过程所需要的电能。还提出过其它为这种过程提供能量(例如核反应堆)的方案。

由海水生产氢作为燃料这种概念是有吸引力的。这种气体可以装瓶、贮存、管送、泵唧、燃烧和液化。在各种工业过程中，氢作为一种燃料可以代替石油和煤，例如在内燃机中可以代替汽油。氢气(H_2)也容易转变为其它形式的燃料例如氨、肼和甲醇。除此之外氢还可转变成金属氢化物便于贮存，这类物质经加热即放出氢。

其它能源 按广义与太阳能有关的其它可能的能源有风力、生物量转化为能量、热能转化为电能、光电(直接)转化。

例如自最早使用帆船以来，人类就利用风力开船，大约从公元12世纪开始，在陆地上即用风力打水灌溉和磨米。早在1910年，丹麦就利用风能转化系统生产便于使用的电能。

利用风的问题在于，当人们需要时不一定总有风力可用。因此，利用这种能源的一个重要的要求，就是能以电能的形式把它贮存起来，或者能把风力发电机与一个较大的电力网连结起来。蓄电池(例如高温锂和硫的体系)的改进对海上和陆上大规模的风力发电的应用将有很大帮助。

多年以来，太阳能的转化和直接利用也用于海水脱盐和生活取暖。对于电能的转化，利用高温太阳能蒸汽装置的想法很有希望。产生电能所用的蒸汽锅炉要求540℃左右的温度。采用某些透镜的方法，例如用摹仿马蹄形蟹眼透镜(一种理想的聚光器)的方法把太阳辐射汇集起来，就能达到蒸汽锅炉运转所需要的温度。

另一种与海洋和陆地环境有关的能源可通过光

合作用或生物转化作用获得。大量植物和树林覆盖着世界陆地的2/3以上。这些植被利用阳光将碳固定为脂肪、蛋白质和碳水化物等形式，浮游植物也是如此，世界大洋中有1/10的部分存在丰富的浮游植物[参见 “浮游生物”]。如果能收获这部分海洋生物量(有机物量)，包括诸如海藻特别是大型海藻(它是已知生长最快的植物，有时每天能生长约0.6米)，并有办法使其有控制地进行(厌氧)分解以生产甲烷(一种燃料)，那将是很有意义。

摘要 据估计，仅就美国而论，21世纪初期的能量要求大致将达$5 \times 10^{[illegible]}$卡。同时按目前的使用速度，1977—2000年期间世界各国消耗的能量总和将超过人类有史以来的全部用量。由世界海洋得到的能量将能弥补这种能量要求的一部分。

11 画

混响(REVERBERATION)

见"水声"。

混合潮(MIXED TIDE)

见"潮汐"。

淡化(DESALINIZATION)

见"脱盐"。

深水波(DEEP-WATER WAVE)

见"波浪"。

深海平原(ABYSSAL PLAIN)

深海盆地中一种异常平坦的区域，其底部的坡度不大于1:1000，也可能小至1:10000。这种平坦性是由于均匀分布的沉积覆盖层造成的，也就是说，沉积层把原来复杂的海底地形掩盖了起来。这些沉积物来自大陆架并被浊流沿坡向下搬运。混浊流流过洋底趋向于寻找地势最低的地方，把携带的大部分沉积物沉积下来。因此，海底的洼地就较早地被沉积物填平了。

在1947年中大西洋海脊考察之前，深海平原的存在并未确定，这次考察中曾大量使用了连续深度记录仪[参见"水声"]。1948年，瑞典深海平原考察队使用同样的技术在印度洋发现了深海平原。此后，在所有海洋里都发现了这种地形特征并绘成了图。

由于深海平原的存在取决于侵蚀造成的沉积物的充分供应和足以使混浊流形成并不断获得补充的斜坡，所以，通常可以在与大陆接界的大陆隆靠海一边找到它们。在向海方向更远的地方，平坦的深海平原在由深海丘陵组成的丘陵地带结束。这种丘陵地带处于携带沉积物的混浊流所能到达的地区之外，因而这里表现出原来海底的真正特征。这些深海丘陵大小不等，从小岗到几百米高和几公里宽的丘陵都有。丘陵的表面没有或很少有沉积物覆盖，然而，深海平原上面的沉积物覆盖层平均厚度约为1公里。

正如中美和南美西海岸外边那样，大陆边缘在深海沟处结束，通常，沟底平原代替了海底。换句话说，海沟截获了自大陆坡向下流的混浊流，从而使它的底部由于沉积的结果而变得平坦了。在有海沟存在的地方，在海沟朝海的边缘以外不会发现深海平原。在某些情况下，深海平原会被深海通道的不平整地段所中断，人们认为这是混浊流长期使用的通道，它处于沉积开始形成的附近。对于那些处于一个或一群海洋岛屿外部的深海平原，人们又叫做列岛平原。

深海声道(DEEP SOUND CHANNEL)

见"水声"。

深海峡谷(DEEP-SEA CHANNEL)

见"海底峡谷"。

深水散射层(DEEP SCATTERING LAYERS)

深海普遍存在的散射声音的水层。

海洋有机物质吸收、衍射、反射和辐射声音。深水(深于200米)一般地具有一个或更多的有机物层(由各种海洋动物组成)，这些分层的范围在200米至800米之间。白天，动物层下沉，夜晚则上升到近表层。如5—8厘米长的灯笼鱼和磷虾，就是典型的分层栖息的动物。它们具有充气的鳔，因此成为优良的散射体。磷虾是低效能的散射体，没有鳔，然而，它们时常群集在一起，所以也是高频段直达声的重要散射体。

利用工作在3—60千赫频段内的回声测深仪，极易测定深水散射层[参见 "深海鱼类和动物"；"鱼"；"海洋噪声"]。

深海鱼类和动物(DEEP-SEA FISH AND ANIMALS)

深海鱼类和动物包括那些终生生活在水深为1000米或水深大于1000米的海洋中的生物。

世界海洋通常公认有三个按动物栖息地划分的区域：浅海的(littoral)，在大陆架上，水深约为200米；次深海的(bathyal)，在大陆坡上，水深约为200米到2000米左右；深海的(abyssal)，水深约为2000米到海洋最深处或10909米左右，如果进入海洋较深处，海水迅速变冷，在2000米以下，温度将在约为3.6—1℃范围内变动。在大多数深度下，从水表面到底层盐度含量保持恒定，并且在整个上下深度范围内有足够的溶解氧以维持动物生命。但是深度每增加10米就要增加1个大气压(1公斤/厘米^2)。例如，在10000米处，静水压将增至每1平方厘米为0.9吨左右。这一因素可用来说明在大洋深处的鱼类和其它动物形态上的变异。

在英国"挑战者"号考察(Challenger expedition)

(1872—1876)之前，生物学家认为，在深度超过550米左右的海洋中没有生物能生存。但这一次考察证实了深到5000米处仍有生物存在。继后的调查[如其中有"铠甲虾"号(Galathea)在1950—1952年和1953年"勇士"号(Vityaz)在深海中发现有令人吃惊的大量生物品种存在。

实际上，特征为深海的或那些处于1000米以下的地区占有世界海洋总容量的五分之四以上。在这一黑暗而寒冷的环境的上层，动物是很丰富的。这些上层深度是在200米和1000米之间，这一地区中的许多动物常在水体中作上下洄游寻找食物。此外，这里还有几种商业上可开发的远洋鱼类(大洋性鱼类)，它们时常从表层到这些深处游动。但是大多数深海鱼类是较小的，约为7.5—10厘米。在这个地区内，特别因有大群属于称为巨口鱼类(Stomiatoids)的圆罩鱼属(Cyclothone)的发光鱼类的存在而有它的特色。巨口鱼类是食肉动物，具有大的颚部和犬齿状的牙齿，除了少数外，都备有色样错综多变的长丝状附肢，称为触须。触须从颏部垂下。这些鱼与魣鱼相似，它们的体形都是长而细的。但与后者又有不同，它们具有触须。在身体、尾、头和鳍(或者甚至在触须上)上有发光的器官。巨口鱼类的一种圆罩鱼(*Cyclothone signata*)认为是在海洋中最多的鱼。七星鱼科(Myctophidae)的灯笼鱼在这一地区也是数量极大的鱼。这些发光(主要为绿光)的鱼在中等深度(274.3—518.3米)的部分海洋中也很繁盛，它们是太平洋中金枪鱼和沿日本海岸海豹的食物。

其它次深海层(Bathypelagic)鱼类也很多[星光鱼(hatchet fish)如星光鱼属(*Sternoptyx*)的一种，它形似斧头并有发光的鱼皮；又如钻光鱼类(bristlemouths)，长钻光鱼(*Gonostoma elongatum*)；孔头金眼鱼类(bigscales)，小孔金眼鱼鲷(*Melamphaes pumilus*)；宽咽鱼类(*Eurypharynx pelecanoides*)，一种小的非洄游者，几乎全身为嘴，捕食深的分散水层中的生物]。但是，前面所述的两类最为繁盛。此外，海洋动物中还有柔鱼、磷虾、挠足类、蠕虫、水母、甲壳类、蛤类和海螺。

在深海层的下层区域，鱼的种类基本上和上面的中深海层区域一样。但是因在这一区域中可获得的食物较少，因而有些科、属和种是很不相同的，其数量较少而且体形也较小。

在超深渊(hadal)或深沟(deep-trench)区域，有一密度较大的海洋生物，虽然它们的种类较少(约有370种)。在超深渊区域，食物的供应比之在深海平地上的多，这是因为这些很深的区域靠近陆地的缘故。但是海洋生物群落常因沉积物从海沟壁滑落下来而被分裂，所以种比较少。

超深渊的鱼类包含三个优势品种，即*Careproctus amblystomopsis*，*C. kermadecensis* 和 *Bassogigas profundissimus*。这些种象许多深海的种一样也显示出生活在永久黑暗中的颜色(灰色)和形状的适应性。但在超深渊区域，它们则完全是盲目的。蠕虫、甲壳类、蛤和海参都存在，但蠕虫、甲壳类在大小方面则比在其他深层内要大得多。

对深海生物的完全了解还需要更多的研究，包括起源和种的多种多样的规律以及高静压力和低温对速率过程和酶系统、有机物质和其他物料，例如在此区域内的废弃物的输送途径等的影响。

参见"可栖息区域"。

渗透(OSMOSIS)

通过半透膜的扩散，该半透膜把两种溶液分隔开，这两种溶液的浓度有趋于相等的倾向。

当纯水(或淡水)和海水被放在一张半透膜的两边时，纯水就通过半透膜而扩散，同时海水被稀释。这种现象叫做渗透。纯水穿过膜的流动恰如对它施加了压力一样。引起这种流动的有效驱动力称为渗透压。渗透压的数值与膜的特征、水温和溶液的盐度有关。

世界大洋水的盐度对生活在其中的生物是极其重要的。海水使生物易于漂浮，但生物也有生理学问题，因为许多海洋生物体液中的盐含量，与周围海洋环境中的含盐量之间存在差别。

生物膜为选择性透过膜(或半透膜)，水与某些离子和分子通过膜时由盐的低浓度区向高浓度区流动。大洋鱼类中血液和体液的盐含量约为大洋水盐度的30—50%。因此，由于渗透作用，它们收容的盐分比其需要的要多。此问题由于肾的功能而得到解决，由肾排出的小量尿中含有极高浓度的盐分。

在鲨鱼和鳐鱼等鱼类中，血液中和海水中的盐含量大致相同。许多无脊椎动物(例如海绵、水母、棘皮动物、海葵等)的情况也如此，它们的胃腔直接与海水相通。

淡水鱼的血液和体液中的盐浓度高于周围的水。因此，这种鱼的肾排出大量含盐分尽可能低的尿以保持其体内的盐含量。

在某些脱盐过程中，由于对盐溶液或海水施加了压力，于是渗透过程发生逆转。当此压力超过渗透压时，淡水通过容器中的膜而扩散，其方向与正常的渗透流相反。在这种逆渗透中，用泵抽吸海水或盐水使其首先通过滤器，以移去能损坏膜的固体颗粒。然后用另一个泵提高盐水的操作压力，并将盐水引入脱盐池。必要时可让一些含盐分多的浓盐水与进料盐水相混合并循环使用。

章鱼(OCTOPUS)

章鱼这一名词是应用于章鱼科(Octopodidae)，章鱼属(Octopus)的140种头足类软体动物(Cephalopod mollusks)的一种。这一动物的身体是圆的，具有一个大的头和八条成网状的腕，腕上有三排碟状的吸盘[参见"软体动物"]。

章鱼出现在全世界所有海洋中，但在极地区域它们的数量较稀少，往往出现在天然的穴和在沿海地区海底或接近海底的岩层下挖掘的洞中（从潮间带到深约183米的深处）。但是章鱼也在深水内出现；在1942年，美国海军在巴巴多斯东北约270米水深超过4828米的水域中拍摄的照片清楚地显示了一个长46厘米的章鱼（可能是种：穆氏须蛸 *Cirrothauma murrayi*）。章鱼没有骨，它的组织内充满液体，因而有耐受巨大的压力（在这一深度下为420公斤/厘米²）的能力。它也有能力挤入小的孔穴，常常挤入沉船，桶、壶、罐，轮胎和瓶中，这些沉船或容器在海底上成为保护章鱼的安乐窝。

章鱼是凶猛的食肉动物，特别摄食蟹、龙虾，蛤和鱼。它的坚强的喙状颚片是用以破碎食物，其中有些食物（如蛤），当章鱼挖掘时，能利用力量强大的喷射水流从海底清除泥砂，使它的捕获物曝露在外。

章鱼与其它软体动物一样，没有外壳，但它能够利用各种措施防御捕食者。首先，它行动灵活。通常章鱼的移动是靠它的腕轻快地沿海底爬行，但遇到危险时，就利用喷射推进的方式。呼吸时，水通过外套的开孔进入体内，然后水连同章鱼墨汁通过虹管或游泳漏斗一起被挤出，结果产生相当大的推力并在雾状的墨汁作用下迷惑捕食者并使之失去视觉。其次，有时章鱼可改变颜色从黑到斑驳的白色，色素的变化使章鱼对潜在的侵袭者具有更大的抵御能力。

章鱼的身体是圆的，有一个大头和八条腕。每条腕上有一排到三排（通常为二排）碟状吸盘。雄的章鱼具有一专门化的腕，即化茎腕（交接腕），以便用来将精子转移给雌章鱼。



图 一个普通章鱼伸展出它的八条腕，每一条腕上备有两排吸盘。袋状的身体下面有一开孔，鳃即在孔内

章鱼的寿命约为4—5年，雄的和雌的在繁殖之后不久即死去。但雌的比雄的活的时间要稍长一些，并且孵卵数个月直到把卵孵化后，雌章鱼才死去。

章鱼的大小根据品种而异，但是大多数体重不超过31.5公斤。巨大的太平洋章鱼［酢蛸 *Octopus dofleini*］和太平洋沿岸的 *O. apollyon* 一般重45公斤或45公斤以上，而贝氏蛸（*O. bairdi*）和真蛸（*O. vulgaris*）则是较小的品种，后者在地中海周围的欧洲一些地区被认为是美味品。

长久以来，关于章鱼袭击潜水员的传说故事很多，造成人们对章鱼的恐惧。其实，章鱼天生是相当胆怯的和温顺的，并且不受刺激而主动侵袭人类的记录是很稀有的。当然这并不是说章鱼如受到恶意干涉时不会进行自卫。一种小的章鱼，即蓝圈章鱼（*Hapalochlaena maculosa*）常见于澳大利亚珊瑚礁中，这种章鱼是有毒的，并有人由于被它咬而致死的记载。

奇怪的是章鱼的眼睛和人类的眼睛一样是复杂的。章鱼的眼睛是照相机型的器官，具有对光敏感的网膜。此外，用来改变章鱼自身颜色的色素细胞（色素的袋状结构）是由它的神经系统控制的，而不象其它具有改变本身颜色能力的动物是由激素的变化来控制的。它的血液的正常蓝色是由于呼吸色素和血蓝蛋白造成的，这种色素含有铜一基的物质。当血液循环时，消耗氧使章鱼呈现无色。当血液抵达鳃时，它吸收氧而回返到它的正常的蓝色。最后，章鱼腕的吸盘的组成保证了它们的感觉和区别能力是极端灵敏的。这些高度发达的感觉特质是科学上所注意的。

盖约特.A.（GUYOT ARNOLD，1807—1884）

阿诺德·盖约特是一位瑞士地质学家和地理学家。他出生在瑞士，童年是在一个位于穿山峡脚下的村庄——La Charix－de－Fonds 渡过的。多山的地域环境激励了盖约特对自然的热爱和探究精神。

盖约特18岁时便到德国去完成他的学业。然而，1827年他又返回他的祖国去研究神学。1829年，他到柏林出席一些历史学家和神学家在柏林大学举行的讲演会。在那里他会见了几个从事科学研究的教授，并且结识了洪堡（参见 “洪堡，A.v”）。这些人，特别是地理学家C.里特给盖约特留下了深刻的印象。因此盖约特放弃神学改为学习自然科学。1834年，他从柏林大学毕业并获得自然科学博士学位。他的毕业论文题目是“湖泊的自然分类法”。

毕业之后，他到法国当了 Count de Pourtales—Gorgier 的家庭教师。利用工作的机会他游览了比利牛斯，并到意大利、比利时和荷兰去旅行过。1838年，他的朋友阿加西斯鼓励他研究阿尔卑斯的冰川［参见 “阿加西斯，L.”］。结果他这样做了，并在冰川结构和作用方面作出了几个重要的最早发现。但是他的发现成果却是在40年之后才出版的。

1839年，盖约特回到他的瑞士家乡参加了自然科学协会，并在称作“科学院”的研究生院担任历史和自然地理学教授。他在这个职位上渡过了十年。

这期间他的研究扩展到气象学、气压测定学、山志学（有关山脉的）和冰川特性等领域。

1848 年大革命爆发时，“学院”关闭。阿加西斯极力要求盖约特到美国。后来他来到美国并在 1848 年冬天于波士顿洛厄尔学院提交了他用法文写的“比较自然地理学”讲义。随后这些讲义被翻译成英文并以“地球和人”为题目发表了。

在以后的 6 年中，他的工作都是为马萨诸塞教育部门编辑教学讲义。他还为中学编写了一套地理和地图丛书。这套课本曾在整个美国被广泛地使用。除此之外，1850 年他还为史密森学会编写了气象学观测训练讲义，并在 1852 年出版了一册气象和物理学用表。

1854 年在普林斯顿，盖约特被任命为自然地理学和地质学教授（直到 1884 年去世，他一直在这里生活和工作）。盖约特除了在普林斯顿出色的工作之外，他还作为一名讲课人和顾问为史密森学会工作了三十年。在史密森学会的强烈鼓励下，盖约特对美国东部从新罕布什尔的白山到北卡罗莱纳的山岳广大山区进行了气压调查。他的高山顶峰海拔高度的气压测量法以异常精准而著称。顺便提一句，海洋学上的术语盖约特（guyot）是指高出周围海底 0.8 公里或稍多一点的平顶海山。它的起源就是来自盖约特教授的名字。

1863 年美国国家科学院创建时，盖约特是它最早的成员和创办人之一。

旋风（WHIRL WIND）

见“飓风”。

密度（DENSITY）

单位体积内海水的质量。在温度为 25℃、盐度为 35×10^{-3} 时，其数值接近于 1.02412 克/厘米^3。在 25℃温度下测量时，约为 1.0029 克/厘米^3。纯水和海水密度值的差别取决于盐度的差别，因为盐度的变化改变了密度值。海水的密度不仅是盐度或其混合物的函数，而且也是温度和压力的函数，测量他们的数值就可以计算出密度值来。密度值也可以直接测量，例如表面水可以直接用比重计做现场测量，但这是很困难的。因为密度随压力和盐度的增加而增大，而随着温度的增加而减小。表面以下海水的密度也可以用温度的值查海洋学用表加以确定。海洋学用表是 M. 克努森于 1902 年首先建立的，是由氯度计算密度（近似值）。海水密度还可以高精度地用测量海水电导率的方法推导出来。

海水密度在海洋工程和军事上具有特别重要的作用，其中也包括水下运输，例如强大的密度梯度可以阻止潜艇的上升和下降（密度变化 0.001 克/厘米^3，则美国海军潜艇的浮力变化为 2440 公斤）。

密度对于海流同样也是很重要的。海水密度的最大变化出现于表面。此外，海水受各种条件的影响，使密度减小的因素有降水、大陆来的径流、冰的融解、加热等。当表面水的密度变小时，将覆盖于密度大的水的上面，从而海水混合的趋势较小。然而，当表面水的密度足够大时（例如蒸发、生成海冰、冷却等）它将下沉到同样密度的水层。这样，表层水则分离，形成分层或者是使下层水增厚，密度小的水上升到相应的高度，而表层水下沉到一定的位置。这样将产生对流环流，这个环流过程直到表面密度同定深度处的最大密度相一致为止。当表层水的密度变得足够大时，它可以一直下沉到海底。如果在某一区域水平流动不被阻塞，下沉水会扩展到另外的区域，产生密底层。显然最大密度的海水是产生于极地，冷的密度大的极地水下沉到海底，并扩展到低纬度。这个过程已经持续了很长的时间，所以，现在大部分海底被密度大的极地水覆盖，这样就可以解释为什么在世界大洋较大深度上存在着冷水层。

从某些方面而言，海洋中的过程与发生在大气中的过程相类似，海洋中的对流环流犹如大气中的对流，水团类似于气团，具有近似均匀的特征[参见“海水”]。

密度流（DENSITY CURRENT）

见“混浊流”。

密集冰（PACKED ICE）

见“海冰”。

庸鲽（HALIBUT）

见“比目鱼”。

康吉鳗（CONGER）

见“鳗”。

商业性海洋捕鱼（COMMERCIAL OCEAN FISHING）

指在商业性的或获利的基础上从世界海洋中捕获鱼类而创立的方式。近年来，从世界海洋中平均每年捕取约 7700 万（77×10^6）吨海洋鱼类。这一数量约合世界食物供应量的百分之三。商业性捕鱼作业在北半球较盛，主要从事于获取世界海洋中有骨鱼类。可捕取的其它类型的海洋生物例如鲸鱼、海豹，小虾、龙虾、蛤等不在这里讨论，但在有些场合可在它们的条目下述及。

近代海洋中的有鳍鱼主要是由五种方法捕获的，即(1)流网；(2)围网；(3)拖网；(4)延绳钓和(5)竿钓。

流网主要用于捕取鲭鱼和鲱鱼，网是从渔船上放出，横越上涨或退落的潮流[参见 “潮汐”]。网象一堵墙壁悬挂在水中，顶部由浮子支撑，在底部加重物而下沉。当一群鱼企图通过这一墙壁时，它们的鳃盖就缠在网目内而被缠获住。在围网的场合，

网是由二条船放入水中，二条船是由一条较大的船伴随。两条较小的船放网以围捕如金枪鱼和圆腹鲱等大群的鱼。在这一方法中，网是在较小的两条船之间平分两船，下水后立即被浪冲击在一起。围网渔船向渔群驶去，分开转成一大圆圈以围捕鱼。网的顶部备有浮子而底部则以铅坠子和铜环加重。当围网船在鱼群的那一边会合，网的两端就结在一起。网的底部就以一根穿过铜环的绳索而被收拉在一起，这一收网工作将鱼围困在碗状的网中。鱼在卸到大船上去或有时当有鲨鱼随同油鲱而被围时，鲨鱼则咬破网而逃逸，这些昂贵的网即受到破坏。不幸的是，除了不想要的鲨鱼之外，还有很多海豚也被围住而遭受杀害，特别在用这种网捕取黄鳍金枪鱼(yellowfin tuna)时尤其是如此[参见 "海豚"]。

拖网是商业性捕鱼中最广泛应用的方法，应用时一顶一端敞开的袋形网沿海底(深度常在 732 米以下)拖曳，当认为网下放到水里已有足够长的时间，就用动力将网起到船上。这一方法对捕取鲆鲽类特别有效。

用竿钓渔具捕鱼，其方法正如其名称所示，这一方法主要用于捕取鲣鱼(skipjack tuna)。渔具上一般用活的鱼如大马哈鱼作钓饵，鱼被线上的钩子钩住，并用杆子以手工操作提到船上，钓钩和线是连结在杆上的。

在延绳钓中备有一系列上有饵料和小钩的钩线，从一根主线上垂直地悬挂下来，这也是用来捕金枪鱼的，然后把这些线同上钩的鱼一起收集上来。



图 1　切萨皮克湾的渔民从陷阱网中抄起一网鱼。陷阱网在这一带是最重要的商业性捕鱼工具，利用这种工具大量捕获海鳟 (Sea tront)、石首鱼(croakers)、鲥鱼(shad)和鲱鱼(herring)

在过去 25 年中，巨额的捕鱼吨数已经从三倍以上的倍数增长到目前的数量。这一增长是利用上述捕鱼方法加上引进新技术的结果。这些捕鱼方法和新的技术，使得在可利用的资源中捕获比过去更多的鱼成为可能。此外，现在的捕鱼还使用了更大和效力更高的船只。这种方式是在水更深，离渔港更远，时间更长的情况下进行的。这种船使用尾拖网方法作业，这一方法应用比过去更大的网。许多尾拖渔船实际上是漂浮的渔品工厂，能在海上捕捞、包装和加工鱼类。

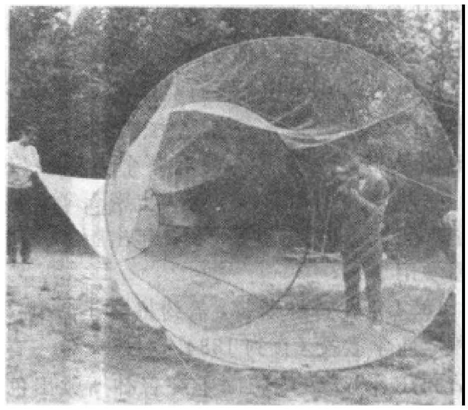


图 2　阿拉斯加渔民检查鲑鱼幼鱼拖网(幼鱼拖网)

在世界海洋中大约 25000 种鱼中，由于消费者不愿尝试新品种，致使只有几十种鱼(即鳕鱼，金枪鱼、鲭鱼，黑线鳕，川鲽，鲑鱼等)被大量开发，结果由于被开发的数量过分巨大，在海洋中这个可利用的生物数量以惊人的速度出现波动。由于这种可利用生物资源的短缺，所以，尽管捕鱼船只增多和装备日臻完善，但捕获量仍在下降。

鉴于这种情况，在世界上主要的捕鱼国家(苏联、日本和美国)对促进消费者利用新的鱼类资源问题日益敏感。例如苏联已在试销磷虾(为鲸鱼，各种海豹，有些海洋鸟类和柔鱼的食物，小的，富含蛋白质；形如小虾的甲壳类)。这种大规模的带冒险性的事业还没有获得成功。对其它预计可以销售的动物如海洋的发光灯笼鱼，柔鱼，红蟹，鲹鱼(鲹科鱼中的任何一种)以及其它过去特称为杂鱼的鱼类也同样如此。

然而将来任何捕获量的增加，大部分都来自这些资源。目前，在一些捕鱼国家也出现这样的认识，即海洋食物资源应加以保护，并应明智地加以管理。但是，这一观念在捕鱼国家之间引起了争论。

为了本国的事业而订立限额制度，以限制捕获量在所需的水准上，在政治上是难以执行的。因为在日益增多的申请者中，公正地分配捕获量而又能防止资源衰退，这将涉及到许多实质性的问题。在国际上，捕鱼国家之间关于如何构成它们各自的资源区域问题上久已产生恶感。海洋法会议(LAW—OF—THE SEA CONFERENCES)未能在任何可接受的条约基础上规定这种区域。结果包括美国在内的几个国家建立了 200 海里(370 公里)的限界，从它们的海岸线量起到公海作为外海区域，在那里的资源完全属于他们所有。由于拖延时日的海洋法协商在 1979 年继续进行，在海上进行海洋研究工作受到

沿海国家强力控制。因这些国家采取一些政策关系到海洋研究工作应在12海里领海之内，在大陆架上和在专属经济区内到远至200海里外距离内进行。在许多情况下，这种发展趋势对那些关心更好的国际合作、海洋研究工作或鱼类资源的保护的人，并不能给以安慰，因为鱼类资源在能够采取更正确的措施之前，可能已被破坏。

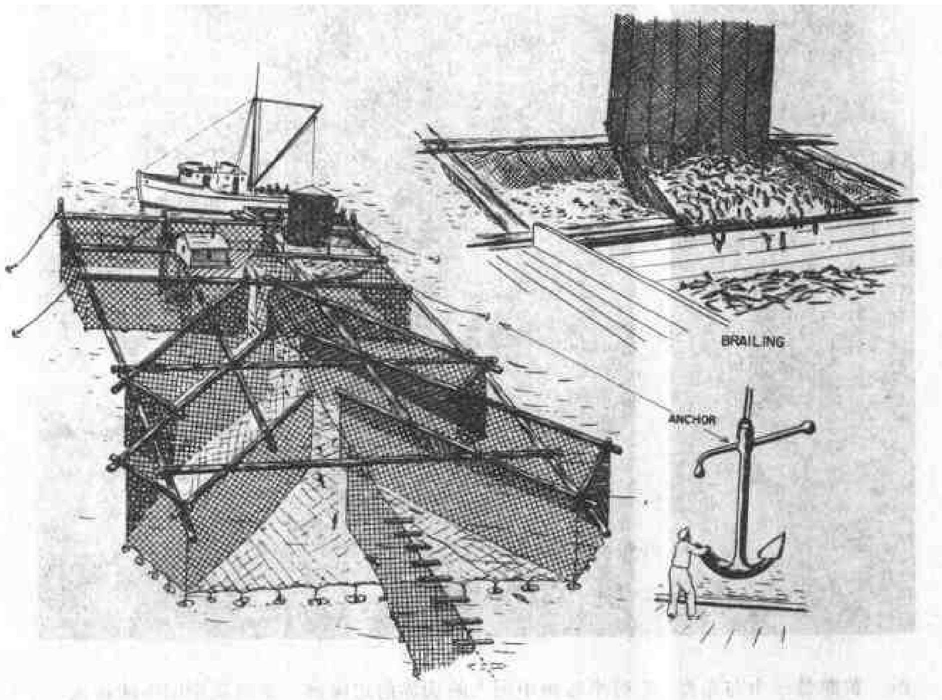


图3　在阿拉斯加用浮式鲑鱼陷阱网捕鱼图解

黄海〔YELLOW SEA(HUANGHAI SEA)〕

西太平洋的一个边缘海。位于中国大陆与朝鲜半岛之间。南接东海，东邻朝鲜半岛，北面和西面濒临中国大陆。黄海的北端是渤海湾，分界线是以辽东半岛到山东半岛之间的直线为界。黄海和东海的分界线是从朝鲜大陆西南面的济洲岛到长江口以北。黄海长约1000公里；最宽处为700公里；面积为41.7万平方公里；容积为17万立方公里（容积17000000立方公里有误。——译注）；平均深度为40米。

黄海是从中国中部带来的沉积黄土而得名的。它由象辽河、淮河、黄河、长江、鸭绿江这样的大河把黄土带进海里。这些细粒的东西使海面的某些部分成为黄色。风也把黄色的灰尘吹进海里，有时由风带来的尘埃很厚，满天昏暗，以致使船只无法航行。由于没有强大的海流把淤泥冲走，所以黄海盆地的中间部分是由泥浆和淤泥组成，而其侧翼通常由沙子组成。这些沙子是强大潮流簸选的结果。整个海底在最后一次冰期海平面下降期间是暴露的。

对马暖流向北流向朝鲜海峡的一个分支，在济洲岛附近分开一支，流进黄海，称为黄海暖流，流速只有每小时0.5海里。寒冷的沿岸流沿着中国和朝鲜海岸向南流。黄海受半日潮的影响，潮差范围沿朝鲜海岸是4—8米，沿中国海岸是1—3米。渤海湾受日潮的影响，潮差在3米。

黄海地区的气候，冬天受偏北季风的影响，常常带来暴风雪。而夏天受西南季风的影响，偶尔有很大的尘降。黄海的气温在28℃到－6℃之间，表层水温在0—28℃之间。只有渤海湾冬天有冰冻。

萨武海(SAVU SEA)

位于印度尼西亚列岛内，其范围，沿佛罗勒斯海和班达海的南界，往东到阿洛岛，再沿东经125°经线往南到帝汶岛，并沿该岛往西，经罗地岛、萨武群岛到松巴岛西端的连线为界。总面积为10.5万平方公里，容积为17.8万立方公里，平均水深为1701米，最大水深为3470米。

萨武海的中部和东部都为萨武海盆，缓慢地向四周抬升。海底沉积物主要为陆源泥，有的地方则带有火山泥和球房虫软泥。海水是经过南、北两侧的几个海峡（即北部的翁拜海峡和松巴海峡，南部的萨武海峡和达奥(Dao)海峡）进出的。萨武海峡位于南纬10°赤道带附近，显著地受东南信风和季风带的交替影响，许多台风均发源于这一海区。

著名方案(PROJECT FAMOUS)

参见“国际海洋调查十年规划”。

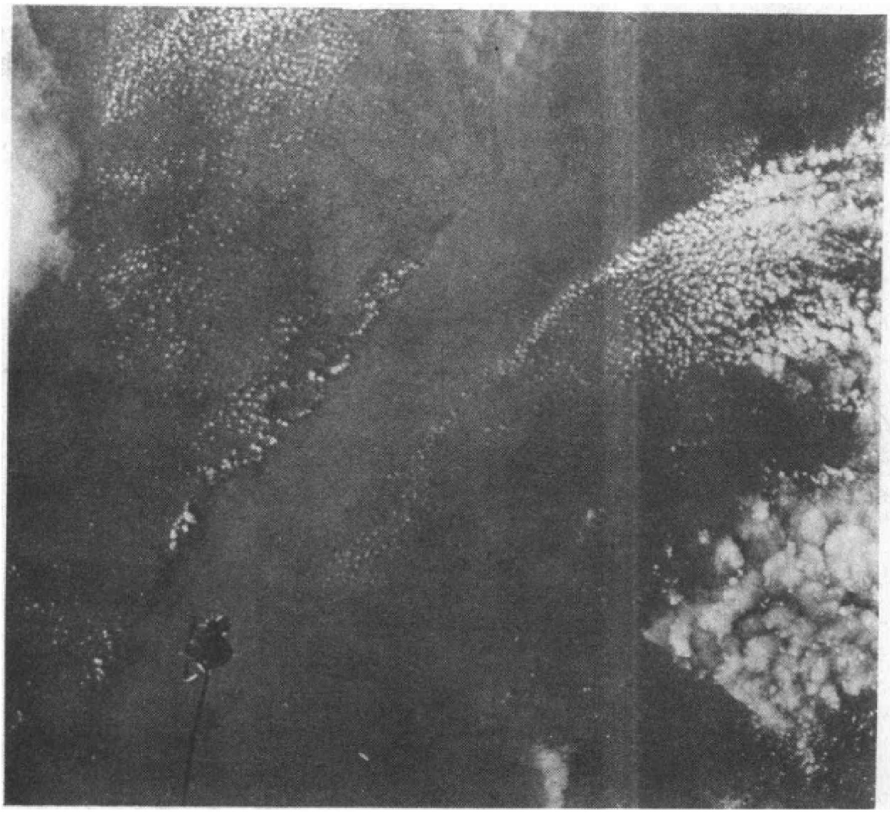


图　黄海是一个与东海、朝鲜半岛和中国大陆为界的边缘海。黄海从中国内陆由大河带来的沉积物而命名的。从这张太空实验室拍的照片中可以清楚地看到左面的中国海岸和江苏省和江苏北部的运河

营养个体(GASTROZOOID)

群体腔肠动物的营养型水螅体，具口和触手[参见　"远洋僧帽水母"]。

菲律宾海(PHILIPPINE SEA)

位于北太平洋西部菲律宾群岛东岸外海，该海的西部以东印度列岛为界，与南海和东海相隔。北部，以九州的东南岸、日本诸内陆海的南部和东部边界、以及本州的南岸为界。东部以日本到小笠原，火山和马里亚纳群岛的连线为界。南部以关岛、雅浦岛、帛琉群岛到哈马黑拉岛的连线为界。菲律宾海的总面积为100万平方公里。

菲律宾群岛由3141个岛屿组成，首批来这里探察的是小黑人[西班牙人称他们为Negrito，因他们黑色皮肤，身材矮小——男人身高1.45米，妇女才1.37米]。他们于公元前某个时候(具体时间难以肯定)来到这里。据考证，公元前三千年，当马来亚的考察家和开拓者从南方到这里时，这批小黑人已占据了该群岛的许多岛屿。马来亚人(现在以吕宋的Igorot、Ifugao和Tingerian部落，棉兰老的Bukidnin、Manobo和Bagobo部落为代表)很快就征服了小黑人，把他们驱赶到山区里。公元700年以后，日本人及中国人都与菲律宾建立了通商航线，约于同一时期，苏门答腊和爪哇的印度人也开始往北移居到这一地区。约于1400年，马来亚伊斯兰教徒(摩洛人就是他们仅存的后裔)劫掠了这些岛屿，并屡次航行于该群岛的南北。后来，西班牙航海家F.麦哲伦所遇见的就是这些人。这是在1521年，亚历山大六世教皇于1493年颁布国界训令以后，麦哲伦为了证明香料群岛(马鲁古群岛)位于西班牙的半个世界内而进行一次成功的尝试，当他在宿务抛锚时遇见了他们。1542年，继麦哲伦之后，R. L. D. 维拉洛博为了纪念王太子菲利普，即后来的西班牙国王菲利普二世把这一群岛命名为"拉斯菲律宾"。

菲律宾海的海底被一大海盆占有，中部有帕里西维拉海脊，把海盆分隔为东、西两部。西海盆位于基托着东、南海的亚洲大陆块的侧面。东海盆有一海脊系统，从本州向南伸展，直到帕里西维拉海脊的南端附近，因而，有效地把海盆的南部封闭起来。虽然海盆的水深可达5791米，但有的地方(如大东群岛)仍有海山露出海面[参见　"海山"]。菲律宾海还有一深海沟系统环绕着，菲律宾群岛东缘的菲律宾海沟(棉兰老海沟)，最大水深可达10485米。琉球海沟(西南诸岛海沟)沿琉球群岛西侧往北延伸，最大水深为6400米。在该海的东缘有一大海沟，最北起自白令海的西南边缘，向南延伸直达菲律宾海沟的南端。该大海沟向南延伸时，都以其西侧的岛弧来命名(如千岛海沟、日本海沟、伊豆海沟、马里亚纳海沟和雅浦海沟)。在马里亚纳海沟与雅浦海沟

的相交处，有著名的大洋最大深度，为 11033 米。这些海沟都代表各地壳板块之间的互相作用带[参见“大陆漂移”]。大部菲律宾海盆都覆盖着红粘土[参见 “海洋沉积”]，各地尤其在南部，也可找到一块块局部性的球房虫软泥。在海脊的几个剖面上还可找到火山沉积。

由于小笠原副热带高压控制着菲律宾海的北部，并有热带辐合带（赤道无风带）位于其南部的缘故，菲律宾海为世界上热带气旋（台风）的主要发源地之一[参见 “飓风”]。热带风暴一旦形成，往往向西而后往北移动，经常进入南海、东海和黄海。

菲律宾海南部的海水环流，主要受从东部流入本海区的北赤道流的控制。在北赤道流以南，就为赤道逆流，由西向东流[参见 “赤道流系”]。北赤道流向北汇入黑潮流系。黑潮源于台湾附近，沿日本东岸流向东北。这的确是一支浩大的洋流，其向北的流速为 2 节，海水输送量为 4—7 千万（40—70 $\times 10^6$）米^3/秒。在本州附近的有些地方，黑潮向西南旋转，形成黑潮逆流。

球房虫软泥（GLOBIGERINA OOZE）

见“有孔虫软泥”。

硅藻（DIATOMS）

硅藻属于植物的金藻门（Chrysophyta），硅藻纲（Bacillariophyceae）的微小单细胞藻类，有些分类学家把硅藻分别列在原生生物界（Protista）和金藻门。硅藻在海洋环境中组成一个重要的食物来源。

海水硅藻是黄绿色藻类的成员，它们是植物浮游生物中最繁盛的植物。它们有许多种，虽然它们都是植物，但是硅藻没有叶、茎或根。它们最大的特点是有一如同透明的盒子一样的钙质外壳，壳内充满细胞的原生质。

包含在这些图样奇异的外壳内的硅藻在世界海洋的任何部分的表层都存在，在 Pennales 目中的硅藻是两侧对称的，而在 Centrales 目中则是圆形的或是无定形的。虽然北冰洋和南部大洋中硅藻是繁盛的，但在一些营养物丰富的沿海水域中，它们往往也是最为繁多。生殖可以无性或有性方式进行。

硅藻死后它们的壳沉至海底，这种沉积物——硅藻软泥（diatomaceous ooze）形成一种特有的海床地形。横越太平洋南北两侧的 2500 万平方公里的海底是硅藻土的。在加利福尼亚沿海的一个海床其厚度在 0.8 公里以上。

硅藻的残遗化石在世界的很多地区出现，这些脆而多孔的硅质沉积物称为硅藻土。这些沉积物即相当于经干燥的硅藻软泥。硅藻土是从如丹麦、法国和芬兰等地的陆上资源中挖掘出来的。这种材料从化学性质上来说是惰性的，具有许多物理特性，适宜于工业和科学研究上应用，特别是用来制造抛光粉、牙膏、药用制品、肥皂、水玻璃、爆炸物和防火包装材料。

在这最普通的植物繁盛的世界海洋中，硅藻构成最重要的食物来源。在海洋食物链中它们为浮游动物提供了基本食物，而浮游动物则又作为其它小的海洋动物的食物。在这一活动链中通常的循环是：硅藻→挠足类→鲱鱼→鳕鱼（或海洋鸟类）→细菌→海水→硅藻。这样，硅藻提供了关键性的起连接作用的一环，并远远超越所有其它水生植物的生产率。

参见 “浮游生物”。

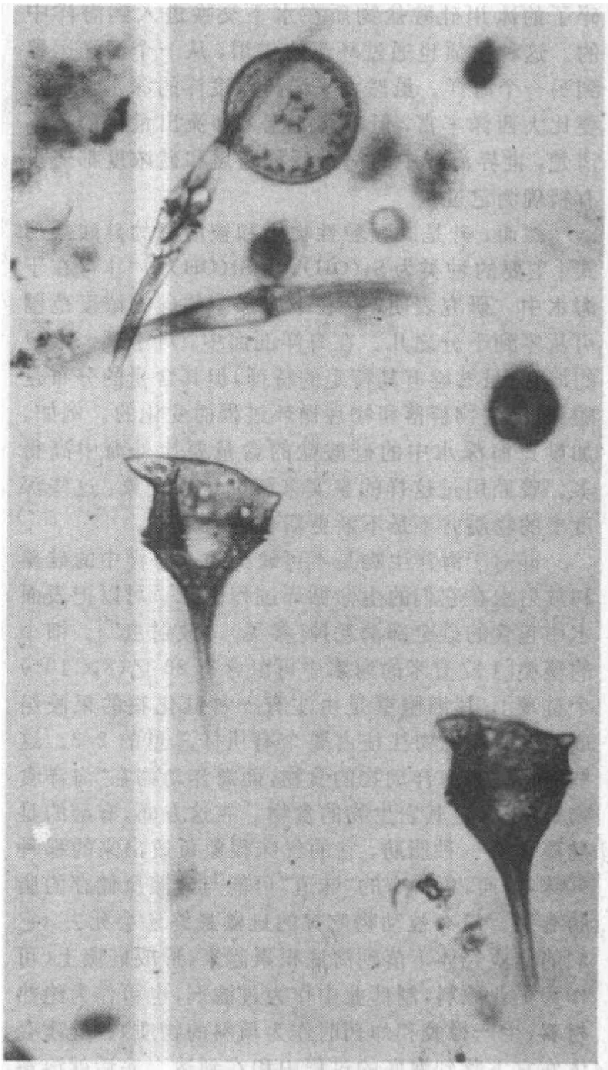


图　单细胞硅藻在显微镜下显示出各种奇异的形状

硅藻软泥（DIATOM OOZE）

见“硅藻”；“海洋沉积”。

硅石或二氧化硅（SILICA or SILICON DIOXIDE）

硅和氧元素的自然化合物（SiO_2）。它的存在形式有：结晶状态（例如：石英、鳞石英、方石英、柯石

英和斯石英)；隐晶质(具有非常细的颗粒结构的石英，如玉髓)；非晶质或水化状态(例如蛋白石)和硅酸盐化合物(含有硅、氧和氢以及一种或多种金属的化合物)[参见 "元素"]。

除了氧外，硅元素在自然丰度方面超过所有其他元素。地球的固态地壳的28%是由硅组成的(氧占48%)。实际上，地球的全部固态地壳，除了碳酸盐和磷酸盐岩石外，都含有一些硅质材料。进入海水中硅的浓度约为百万分之十三(13ppm)。海水中硅的浓度变化很大，其数字是海洋中所测得的硅的平均浓度的二倍多。硅是通过河流、火山活动和破碎了的冰川硅酸盐物质在水下交换进入到海洋中的。这种物质也通过环流的作用，从一个海洋运移到另一个海洋。虽然太平洋和印度洋的深水含硅量要比大西洋丰富，但确切的流入和流出量目前还不清楚，世界海洋中的海水运移速度和硅浓度都还没有精确测定过。

然而，硅是以颗粒性物质和被溶解的硅酸盐形式[主要的种类为Si(OH)₄和Si(OH)₃O⁻]存在于海水中。研究表明，存在于海洋中的硅的浓度范围可从零到千分之几。在海洋剖面中，对于某一给定的海区，虽然硅有其特定的特征，但其含量的分布是随深度、生物群落和物理循环过程而变化的。例如，加勒比海深水中的硅酸盐的含量要比外海中高得多。曾经用过这样的事实来解释这种现象：这些深度上的物质并不是不断更新着的。

硅对于海洋生物是不可缺少的。海洋中的硅藻和放射虫在它们的生命循环过程中几乎可以把表面水中包含的硅全部消耗掉[参见 "放射虫"]。细小的藻类[1立方米的海水中可以含有80亿(8×10^9)个硅藻]，其细胞壁是由注有一种硅化物的果胶组成，这种硅化物往往占整个有机体总重的2/3。这些有机体是海洋动物的食物，而海洋动物在"海洋食物链"中又是其它生物的食物。在这方面，有趣的是硅藻含有一种脂肪，它的气味很象鱼放出来的那种气味，因而，鱼特有的"味道"可能与硅藻所储存的脂肪有关。没有被动物吃掉的硅藻最终还会死去，它们的硅质壳体下落到海底积累起来，形成硅藻土(可作为工业原料，制糖业中作为过滤剂，也可作为绝热材料，生产橡胶和炸药时作为填料的物质)。硅质壳体在它下落到海底的过程中和在到达海底后就溶解于海水中。这种重新溶解过程把这些外壳的大约90%的物质都破坏掉了，从而补充了海水中的硅酸盐的供给。这种补充循环过程是很重要的，这不仅因为硅是海洋中一种重要的养料，而且因为象碳酸盐那样的含硅物质起着一种阻尼海水的作用。

蚶(COCKLE)

几种属于瓣鳃纲的海洋软体动物的俗称。它是以具有辐射状凸起的棱线的壳为特征的。

参见 "蛤"；"软体动物"。

啮龟(SNAPPER)

鲈形目中笛鲷(Lutjanidae)科250多种鱼中任何一种的通用名称。这些鱼主要见于热带岸边水域的珊瑚礁周围[参见 "珊瑚礁"]。它们最大的尺寸大约达到61厘米长，并且以它们厚的身体，大而平的头以及多刺的前侧鳍，及背部有软的放射型脊鳍而著名[参见 "鳍"]。啮龟这个名称是因为在捕获时它的嘴快而有力地张开和闭合而得名的。

尽管在南美和北美的海岸外的大西洋热带水域中发现了许多啮龟。在印度、澳大利亚的海域中有大量的变种和许许多多的啮龟。

虽然对啮龟的生活史了解得相当少，但商业渔民已经知道他们的集结通常是在某些类型的海底上，海底岩石的不规则构造和有活的珊瑚和草覆盖的石灰石(叫做"块"或冲沟)是啮龟特别喜欢的地方，例如石斑鱼就是这样。鱼群通常位于这些海域离海底数米处，这是因为食物原料由涡流带来并沉降在这里。啮龟是广食性的，意思是他们愿吃任何可以吃的东西，其中包括鱼、蟹、龙虾、章鱼属动物、藤壶、软体动物等等，以及诸如海藻等海洋植物[参见 "蟹"；"龙虾"；"软体动物"]各种各样的食物。或许由于这种进食方式，基本上啮龟是属于若干种人吃了有时会引起西加鱼中毒的海鱼，这种中毒是无法预知的，有人认为它是因为鱼吃了一种特殊的蓝一绿藻或是由于鱼吃了其他摄食了这类海藻的鱼(也见梭子鱼)而引起的。

在墨西哥湾中捕获了一种红啮龟(*Lutjanus aya*)，并且红啮龟加工业集中在佛罗里达。顾名思义这种鱼有鲜明的红色。红啮龟在夏季停留在浅水中，而在秋天到来时再回到离岸的深水中去。人们认为，这些啮龟秋天在深水中产卵。

悬质流(SUSPENSION CURRENT)

见"浊流"。

鄂霍次克海(OKHOTSK, SEA OF (SEA OF OKHOTSK)

太平洋北部的一个边缘海，由千岛岛弧与太平洋相分隔，东北有堪察加半岛与白令海相隔。西南与日本海相邻[参见 "日本海"]。东南部以北海道的野寒布岬，经千岛群岛，到堪察加半岛的洛帕特卡角的连线为界，包括野寒布到洛帕特卡角之间的狭窄水道。鄂霍次克海总面积为159万平方公里，总容积为136.5万立方公里，平均水深为859米，最大水深为3374米。

鄂霍次克海的西、北、东三面都是贫脊、崎岖、人烟稀少的东西伯利亚高原山区。正是在这里，在鄂霍次克海北岸的一个小村落里，V. 白令于1729年建造了一条小船。就是靠这条小船，白令渡过了鄂霍次克海向东航行，发现了白令海和白令海峡，才知

道西伯利亚与北美洲原来是不相连的。从四周陆地流入鄂霍次克海的河流有阿穆尔河、伊尼亚河、库克图河、鄂霍塔河、乌第河、乌利别亚河、乌利亚河和托古尔河，每年流入该海的淡水约为586立方公里。因为该海地处高纬度，气候严寒，与北冰洋各海区颇为相似。平均气温，冬季为－6℃，夏季为18℃，在鄂霍次克附近，冬季气温常在－25℃以下。表层水温，冬季为－1.8℃，夏季为18℃。常有风暴和雾发生，全年中有6—7个月全为冰所覆盖。

流入鄂霍次克海的水，主要从日本海经宗谷海峡（拉彼鲁兹海峡）和从太平洋经千岛的几个海峡（如布索尔、弗里兹、克鲁森施特恩海峡）流入。该海区在盛行风的作用下，表层海流呈气旋式（反时针方向）环流，流速为2—10厘米/秒。从日本海经宗谷海峡流入的海流，形成一支强盛的近岸流，流速为50—90厘米/秒。称之为宗谷海流。

鄂霍次克海的陆架约占海区总面积的40%，陆架宽度，萨哈林附近为50公里，北部为367公里。陆架边缘的水深约在100—350米之间。北部、东部和西部，从陆架边缘到相当小的深海平原之间，坡度为2°—20°。此深海平原就是千岛群岛内侧的千岛深渊，水深在3000米以上，已知最大水深为3374米。从陆架到大陆坡，大部地区沉积物为粗砂和粒石；到陆坡基底，逐渐多粉砂和粘土；千岛深渊的海底，全部为硅藻软泥。

鄂霍次克海中动植物丰富，浮游植物和浮游动物都很多[参见 “浮游生物”]。已发现的约有300种鱼类，其中具有商业价值的有30种（如鲑类）。堪察加蟹和蓝蟹都堪称佳品。

假潮(SEICHE)

见“波浪”。

脱盐(DESALINATION)

从海水或苦咸水中除去盐分以生产饮用（淡）水的过程。

有史以来水就是人类生存的重要物质。世界总水量的97%容纳在海洋中，2%左右束缚在封冻的冰盖中，其余1%存在于湖泊、大气和地下水中。对一切生命都需要的河流和湖泊中的淡水，大都流向海洋，在那里以盐水的形式贮存着。

为满足个人、农业和工业的多种需要，可利用的淡水量是很不充足的，鉴于此，将总量为1.38×10^9立方公里的海水的一部分作脱盐处理，乃是解决用水问题的根本办法。

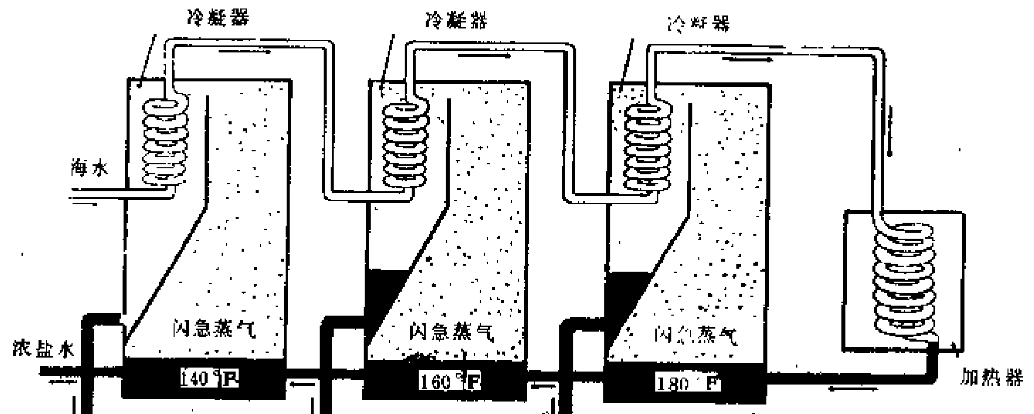


图　脱盐的闪急蒸馏系统。图中示出多级闪急蒸馏法的操作步骤，海水不断地被加热，然后被引入大型室，那里维持压力低于热的浓盐水沸点的压力。浓盐水进入该室时低压使一部分液体立即沸腾（或闪蒸）成蒸汽。其余的浓盐水通过一系列类似的室，真空度逐室增加，闪急过程依次在较低的温度下重复进行。进来的海水由低温一端出发通过各闪急蒸发室渐次地由管子加热。在每个室中，闪急的蒸汽冷凝时将其热量传给该冷凝器中较冷的海水。闪急蒸发之前在盐水加热器中对海水进行最后的加热。采用这种设备，沸腾所需热量的90%左右能重新循环使用，仅10%系由海水加热器提供

历史　使海水和苦咸水脱盐决不是什么新思想。在古代，人们挖掘水道把海水引入浅池中，利用太阳提供的热量使水蒸发而留下盐分，盐是当时所希望得到的物质。古罗马时代，在容器下面燃烧泥炭和木材以使海水蒸馏或蒸发，并回收盐分。在使用帆船时期，用木桶运载淡水，用简单的蒸发法补充

这种供应。但是，随着远洋海轮的出现，要求大量淡水和非腐蚀性的锅炉用水，于是研制了最早的海上脱盐设备。在第二次世界大战期间，对更好和更大的海上脱盐蒸馏器的要求成为最重要的问题。因而，蒸馏过程的技术得到很大改进，并用于大型船舶，包括航空母舰，这是因为其全体船员和蒸汽锅炉都需要淡水。

陆上太阳能蒸馏装置于1872年首先在智利阿塔卡马德塞尔特建立和使用，为硝酸盐矿作业所用牲畜供水。这个装置运转了30年，其过程是让太阳辐射通过透明罩照到盐水上。水蒸汽在罩上冷凝，罩的设计使其能够收集和贮存淡水。

当前仍在采用这种方法，小村镇规模的蒸馏器现在还在使用。在美国、法国、西班牙和澳大利亚已经研制了持久性的装置，不必天天看管，操作维修很少。小型的太阳能蒸馏器也用于澳大利亚一些偏僻的村庄和地中海以及加勒比海地区的小村镇。为了研制经济和耐用的装置以减少费用，近代对太阳能蒸馏法的研究是强调新材料和新设计。

低费用的海水脱盐对海和盐湖附近的干燥地区将极其有益。过去几十年期间，为生产农业用水而建立大型蒸馏装置的许多建议曾被广泛宣传和极力提倡。虽然发展了采用膜和离子交换的一些新的改进脱盐法，但一些权威人士认为，对作一般农业应用而进行海水脱盐的可能性是宣传过头了。他们认为在许多年以内，特别是在能量费用（占脱盐水总费用的主要部分）不断增加的情况下，这种过程用于一般农业似乎仍然是不经济的。另一方面，作为某些特殊的应用，例如作为控制环境的设施，采用已脱盐的海水作为解决不断增加的灌溉用水的一种办法可能是实用的。对某些作物的灌溉，另一种可能的办法是采用含盐量为 3000—5000 ppm（即 $3—5\times10^{-3}$）的盐水，它与海水不同，后者平均含盐量为35000ppm（即35×10^{-3}）。对比之下，淡水中所含溶解盐量一般不到1000ppm，即 1×10^{-3} 以下（1克/升）。

五十年代初期，对生活和工业用的陆上海水脱盐作了认真的考虑。结果在世界范围内出现一些供此应用的商品蒸馏装置，其每天能生产几百万加仑。例如在佛罗里达基韦斯特，一个大型的海水蒸馏装置于1967年7月开始运转了。按设计每天消耗（1900—2300万升）的海水，使其以沸腾状态通过过热的管子和隔室，在出口端流出9.956亿升的水。这种水过于纯净，必须让它通过一石灰层使其得以“滋补”并富有味觉。含有无机物的废水由另一出口处流回海中。

世界上的另一些大型（蒸馏或蒸发）装置建造在加勒比－阿鲁巴、古巴、维尔京群岛、库拉索和拿骚；美国－得克萨斯州、加利福尼亚州和新墨西哥州；苏联－谢夫钦克；以色列、意大利、委内瑞拉、波斯湾的科威特和卡塔尔。

各种淡化方法 基本上有两种把海水转化为淡水的途径：(1)自盐水中移出水，(2)由盐水中去掉盐。这两种途径的主要问题都是怎样能有效而经济地进行分离。

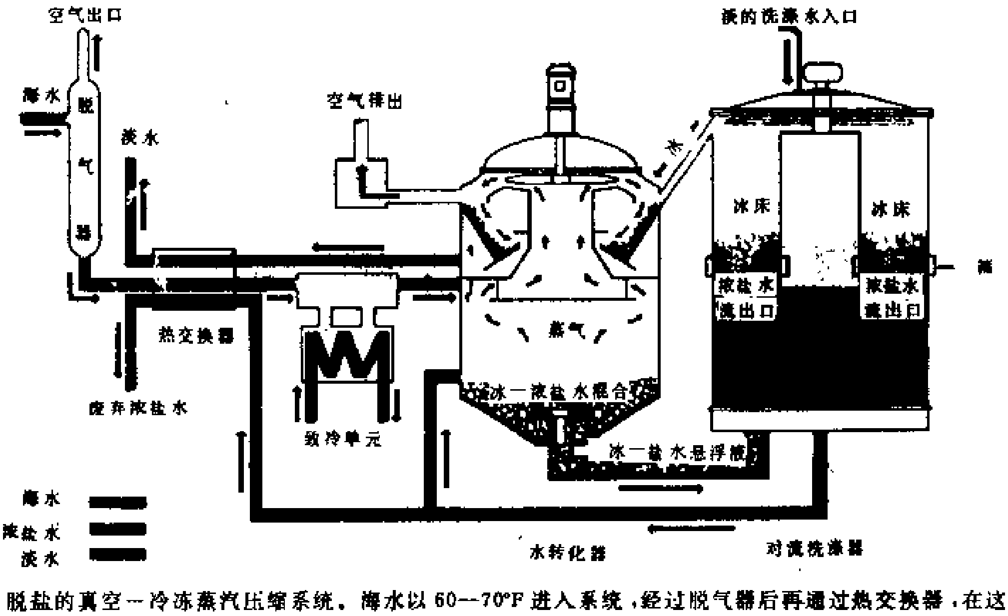


图 脱盐的真空－冷冻蒸汽压缩系统。海水以60—70°F进入系统，经过脱气器后再通过热交换器，在这里海水受到产品水和废弃浓盐水的冷却作用，供料被引入冷却器，在这里海水在3—4毫米汞柱压力下变成50%冰悬浮液体，用泵将此冰悬浮液由冷却器打到对流洗涤器中，在这里分出浓盐水，洗涤冰晶以去掉盐。由对流洗涤器把冰送到熔化器，在这里冰被熔化，热量是由压缩器出来的压缩水蒸汽的冷凝而放出的

从盐水中取出水有几种方法，其中要包括用热能蒸馏(或蒸发和冷凝)海水的各种方法。这些方法叫垂直长管蒸馏法、多级闪急蒸馏法、蒸汽压缩蒸馏法和太阳能蒸馏法。盐的分离可用冷冻法（例如丁烷再生冷冻法、真空冷冻蒸汽压缩法）。另一种方法是在压力下让盐水通过一种膜，使纯水按与渗透流相反的方向由盐水中流出来(逆渗透)。电渗析法是利用装有两种不同类型的离子选择性膜的电解池脱盐。一种膜让阳离子通过，另一种让阴离子通过。施加于该电解池的电流为离子提供了驱动力。阳离子半透膜允许带正电荷离子通过，阴离子半透膜让带负电荷的氯离子通过，在二膜之间就产生了淡水。

另一种方法是压渗析法，它系利用特殊的稳定选择性滤器或滤膜，以压力作为驱动力由盐水中生产淡水。

一般认为蒸馏法是最实用的方法，但就原理而论，冷冻脱盐法与已采用的其它方法具有一些优点，尤其是其动力消耗估计要低于其它方法。此外，结垢和腐蚀问题也不象其它方法那么严重。尽管有这些优点，但商业化进程却很缓慢，原因是其研制水平较低，对它的许多组件的装配存在问题。这种问题中有不少正在得到解决，冷冻法已逐渐接近商业化。

逆渗透法也显示出巨大的希望，因为它操作简单，不需要加热沸腾或添加化学物质。但逆渗透对海水比苦咸水要面临更多的困难。海水中盐的浓度高得多，需要较高的操作压力，要提供更严格的膜组成，并且边界层上有盐集结。海水中还含有许多微生物和有机物质，都能引起堵塞。该装置的金属元件还会遭到腐蚀。

脱氮作用(DENITRIFICATION)

是大洋中发生的一种过程，其中硝酸根离子(NO_3^-)被还原为一种气态的最终产物——氮(N_2)或氧化亚氮(N_2O)；此过程是由细菌来完成的，当溶解氧浓度很低时，细菌以硝酸根离子作为氢的接受体。

脱氮作用特别容易发生在这样的海区，例如封闭的海湾、峡湾和浅的海盆，这些海区的水与邻近开阔海水的混合作用受到阻碍。这里硝酸根离子的浓度下降到很低的水平，硫酸根离子(SO_4^{2-})被用作厌氧呼吸中的一种氢的接受体，此时最终产物是硫化氢(H_2S)。脱氮作用发生于热带东北太平洋的开阔大洋区，那里有上升流。

参见 “氮的循环”。

“铠甲虾”号(GALATHEA)

丹麦一艘调查船的名字。1950—1952年，这艘调查船环绕全球作了长时间的航行。在这次航行中，对深度在6035米至10058米之间的五个大洋海沟进行了海洋学观测。他们不仅做了观测而且还从海底捞取了与海洋生命有关的样品。A. 布鲁恩领导了这次环球考察并首次对深海沟提出了“超深渊”这个词和其动物区系。根据从菲律宾海沟所捞取的样品，“铠甲虾”号船上的科学家断定，在很深的海洋深处仍有生命存在，并指出，在深度大于10058米的深海处，仍有大量无脊椎动物繁衍昌盛。

银鲛(CHIMERA)

一种全头类(Holocephali)亚纲的深水软骨鱼，属于银鲛科，见于大西洋和太平洋。大西洋和太平洋种沿着第一个背鳍的前缘都具有毒针或毒刺［参见“鱼”］。

银汉鱼(GRUNION)

银汉鱼科(Atherinidae)是为人所熟知的鱼的名称，它与鲻鱼有亲缘关系。其中的一个品种是美洲银汉鱼(*Leuresthes tenuis*)，这种鱼月下产卵，而*Hubbsiella sardina* 则日间产卵。

银汉鱼是小的银色鱼，其体长约12.7—17.7厘米，它在美国和墨西哥西岸沙滩上产卵，特别是每年的春季，随满月和大潮的3—4个夜间产卵。银汉鱼中的第二个品种是*Hubbsiella sardina*，它栖息在更北面的海岸水域内，日间产卵。两个品种都一雌一雄成对地来到海滩边，向高潮线游动和滑动，在那里埋藏在沙内并产卵(每条鱼产1000—3000个卵)，通常雄鱼抱住雌鱼，当卵产下时就受精，其受精时间不到1分钟。然后产卵的鱼试图返回大海。卵埋藏在沙中以阻止卵被振摇和过早地孵化。在自然界保持有确切的节奏，卵的孵化是在下一个高潮时实现，即往往要14天之后，此时海浪把沙冲洗掉并携带孵化了的小鱼进入大海。

银汉鱼“洄游鱼群”或成群产卵一事，致使在加利福尼亚州作为季节性游乐而捕捞这些鱼是大有人在。银汉鱼味道鲜美。

船蛆(TEREDO or SHIPWORM)

指的是船蛆科(Teredinidae)双壳类软体动物。这些海洋动物［特别是一种为人们所熟悉的称做凿船虫的船蛆(*Teredo navalis*)］对舰艇、驳船、舱壁、栈桥、船坞和桥梁上的木材特别具有破坏性。

虽然船蛆在表面上象蠕虫，但它们不是蠕虫而是一种长长的蛤类，其壳仅盖在前端；这种壳的片是半圆型的，并装备以细小的锉刀样的齿脊。由壳片上两个深深的毗连的槽口形成一个开口，使船蛆可伸出其长的肌肉足探索外界环境。这种动物用这种足把自己粘附到处于海洋潮汐周期环境的任何木材上，并消化和代谢这些早已被海洋真菌的活动部分地破坏掉了的纤维素纤维，对木材进行打洞［参见“真菌”］。在成虫期，船蛆长到15厘米长，而在亚热带海中，其平均寿命期为十个星期。在此期间，做为成虫，它以自己受精或先呈一种性形态，然后再呈另一种性形态，进行繁殖。做为一个雄性，它向水中放

射精子。随后，同一个动物再起雌性作用，接受在水中的由附近呈雄性形态的船蛆释放的精子，使卵细胞受精。船蛆的幼虫（每个船蛆生产数万个幼体）用一种有纤毛的旋转体样的器官游泳，但是如果在三天之内它找不到一片木材供自己附着，它就会死掉。

瓣鳃亚纲（Lamellibranchia）的某些其它双壳类，如 *Rocellaria* 和樱蛤属（*Tellina*）的许多种不仅能穿透木材，而且也能穿透岩石和水泥。

参见 "污损"。

魟（STINGRAYS）

见"鳐"。

魟类（RAYS）

系指板鳃亚纲（Elasmobranchii）鳐目（Batoidea）350种中的一种［鳐目有时称做下孔类（Hypotremata）或角鲨目（Squaliforms）］。板鳃亚纲还包括鳐科（Skate）和锯鳐科（Sawfish）。这些软骨鱼类（与鲨鱼有亲缘关系）具有一个从背到腹扁平的身体，巨大的胸鳍在头部两侧，鳃裂在腹面，还有长长的刺状尾巴。

魟类见于世界热带、亚热带和温带海洋的浅海以及中等深度的海域中。由于它们具有稍微变化体色的能力，并与海底颜色相混，特别是在沙湾、泻湖或多泥的江口湾等隐蔽处，所以很难被识破。除此之外，其中有些是自由游泳者，它们原先是底层鱼类，通常躺卧在海底或半埋在海底，以便隐蔽或便于吃食蠕虫、软体动物和甲壳类［参见 "软体动物"］。

做为游泳者，它们以翅膀样的运动在水中穿游，看起来十分壮观。它们的胸鳍连在头部的两侧，鳃孔在腹面，而且大多数在靠近长而细的尾巴的基部有一根尖刺。某些魟（魟科）的这种刺含有毒素。

有些权威学者把魟分成八个科：

1. 魟科（Dasyatidae）
2. 江魟科（Potamotrygonidae）
3. 燕魟科（Gymnuridae）
4. 鲼科（Myliobatidae）
5. 牛鼻鲼科（Rhinopteridae）
6. 蝠鲼科（Mobulidae）
7. 褶尾魟科（Urolophoidae）
8. 电鳐科（Torpedinidae）

这些鱼类的一些典型例子因地而异：

• 钻魟（*Dasyatis dipterurus*）：从不列颠哥伦比亚到中美洲。这种动物具有鞭状尾，其上通常长着一到几个刺，这些刺都有毒性分泌液，可使在浅水游泳，偶尔踏在这种典型的魟上的人受到严重创伤。这种毒液中带有一种凝结剂，可使创伤不出血。

• 纳氏鹞鲼（*Aetobatus narinari*）：大西洋热带或温带海域，红海、印度洋以及太平洋。

• 哈氏扁魟（*Urolophus halleri*）：在巴拿马与加利福尼亚之间的太平洋海域中。

蝠鲼［例如，双吻前口蝠鲼（*Manta birostris*）］很大，常见其前部（从胸鳍突出向前直到头鳍）宽达6.1米或更大。当被鲨鱼追逐或在其它情况下，这种鱼可"飞"出水面高达1.5米或更高。它们是胎生的，通常每次只生一个幼儿。

电鳐有36种［电鳐亚目（Narcobatoidea）电鳐科（Torpedinoidae），电鳐属（*Torpedo*），双鳍电鳐属（*Narcine*），和睡电鳐属（*Hypnarce*）等等］。通称它们为电鳐（torpedos）。最大的盘形电鳐（*Torpedo nobiliana*）长度可达1.5米，重90公斤。由于在头部两侧有大型发电器官，它可以在海水这样的导体中产生200伏电压的电流来。

隆头鱼科鱼类（WRASSE）

通常是对鲈亚目（Percoidei）隆头鱼科（Labridae）中，小型的色彩艳丽的硬骨鱼类的通称，它包括象河鲈和红鳍笛鲷等典型鲈型目鱼类。隆头鱼科鱼类大约平均10厘米长。有背鳍的硬棘部分比软条部分长的特征。

在整个的海洋世界，已知大约有26种海鱼，6种虾，1种蟹和1种海鸟是其它鱼和海洋动物的清洁夫。这种共生现象包括一个被清除掉寄生虫和损坏或感染了的组织，同时另一个从它所"诊治"的鱼那里得到食物并且获得免于不受攻击。隆头鱼科鱼类是那些定期为其他鱼类进行清理的鱼种中最勤奋的一类［参见 "理发师鱼类"］。

象其他起这种作用的鱼种一样，隆头鱼科鱼类主要栖居在世界各大洋的热带，有时也在温带水域。它们与横带马鲛建立了特殊的关系，即互惠共生，并以生长在这种鱼口中的细菌为食。

生活于塔希提岛和夏威夷外海的太平洋隆头鱼（*Lamroides dimidiatus*）完全安全地为黑纹裸胸鳝以及各种大型鱼类修饰。

据认为，由于由寄生虫在鱼身上引起的传染病发生于世界所有的海洋，隆头鱼科鱼类所干的行业对于海洋全体居民的健康是无法估价的。

维玛号（VEMA）

是美国哥伦比亚大学一艘海洋学研究船的名称。它由拉蒙特－多尔蒂地质观测所管理。

这艘船长61米，载重734吨。最初是装有三个桅杆的纵帆船，属于私人所有。当1923年命名时，它叫做"赫萨"。下水之后，30年代它是一艘横渡大西洋的游艇；第二次世界大战期间把它当作一座浮动的部队营房。1953年该船划归哥伦比亚大学。后来进行了彻底大修，从发动机到船体和上部结构都作了改装，并重新装配了电子装置和海洋学设备。从此，"维玛"号被称为海洋学船队的皇后。它进行了许多次有名的航行。现在，它在世界大洋上的航程已达160万公里。"维玛"号考察在海洋地质学和物理学方面取得了许多重要成果。

12 画

温度(TEMPERATURE)

是物质的一种性质，它取决于由平均动能或者其分子速度以及与另一物体接触时热流传入所产生的总热量。热量由物体的高温区向低温区传递。温度可用温标测量(用摄氏度或华氏度表示)，温标基于某些物质或仪器的合适的性质；温度也可以用绝对温度来标度，例如开尔文(K)，并且K＝℃＋273。华氏温度转换为摄氏温度的公式为℃＝(°F－32)/1.8，摄氏温度转换为华氏温度的公式为°F＝(1.8×℃)＋32。

海洋中海水的热量主要来自太阳的辐射，而从地球内部传递给世界大洋的热量，比较而言，可以忽略不计。海洋表面温度和近表面温度，随纬度变化范围很宽。在海洋表层的几百米内，海水的含热量从一地区到另一地区变化很大。这样，海洋表层是得到热量还是放出热量，在很大程度上依赖于海洋上面的大气层。大气层是阴霾的还是晴朗的，其辐射入海洋的热量是不同的；大气是冷的还是暖的，感热交换也是不同的；大气是潮湿的还是干燥的，其蒸发是不同的；大气是有风的还是平静的，其动量交换又是不同的。

海洋表面温度的最大变化范围为－2—32℃，最高温度出现在波斯湾，最低温度则出现于极地区域的水团中，这是因为，在极地，到达地球表面的太阳辐射线的角度远小于热带水域的角度。如前所述，海水表层温度是纬度和海面上大气特征两者的函数。然而，温度的日较差(表层水约为0.2℃)和季节变化，与同纬度的大陆区域的变化相比较是很小的。这是由于水的独特的性质所致，即水的比热很大的缘故。这就是说，水升高1度所需要的热量比大陆上其他任何物质所需要的热量都多，冷却时，所需的时间要长。

海洋温度随纬度变化的同时，海水温度还存在着垂直变化，随着深度的加大，海水的温度逐渐降低(在182米的深度上，温度约为20℃，在1200米时，为5℃，并且在低于这个深度，如在海底深渊区，温度降至－2℃)。一般地说，寒冷是潜水的威胁之一。

在海洋中表层之下通常是等温水的混合层，其温度和表层温度相一致。该层在信风带是最发育的一层，可扩展到182米深。在温带春季时混合层可能消失。混合层以下是温度急剧下降的区域，即所谓的温跃层，温度下降到深海的温度。在深度大于364米的水层上，温度到处都低于16℃，在更深层，由于南北极表层水下沉形成的冷水，其温度约为0.5℃到－2℃。

在深海海盆，温度随深度的增加略有升高，在深度5486米处约升高1°F。由海水压缩产生的热量比地壳放出的热量多。

海水温度随深度变化的恒定性，使海洋生物得以生活于稳定的条件之下。对于海洋工程，重要的是海水在12—20℃范围内的传导性，这是物质特别是许多复合物质防腐蚀性的重要考虑。

温深仪(BATHYTHERMOGRAPH)

一种仪器的名字，利用这种仪器可在海洋中航行的船上得到水温随深度变化的记录。这种仪器简写为BT。BT可用机械或电操纵。有时这种仪器又叫做海水测温仪。

参见 "海洋仪器"；"海洋学"。

温跃层(THERMOCLINE)

或称不连续层，它是海洋中温度随深度急剧变化的水层的名称，温跃层这个词是由希腊字therme演变来的，或称haring to go with heat和klinein，意思是"梯度"。

在世界海洋中，存在永久性的和季节性的温跃层。季节温跃层通常接近海面，它虽然随深度变化，但由于海洋上空大气温度的季节变化和日变化，它也可能完全消失。也就是说，由于风的驱动和潮流的作用，使上层水混合，温跃层变成了等温层。永久性(又称主温跃层)温跃层一般产生于深海(赤道两侧的中纬度的大西洋中是152米)[参见 "纬度"]。在这个温度区域内，靠近赤道时温跃层发生了变化，即主温跃层接近于表面。这是由许多其他因素造成的，其中之一是，在赤道处洋流呈发散状，将温跃层上抬，在中纬地带，海流会聚，将温跃层下压。

温跃层影响着广泛应用于海洋工作中的水下声的传播[参见 "海洋仪器"；"海洋学"；"声呐"；"水声"]。

温跃层通常出现在冷暖水的界面上，暖而轻的水在上面，冷而重的水在下面。然而，当出现逆温时，则情况相反。逆温出现在一些特殊地区，如表层水低于4℃的地区；又如在一些地区，暖的深层水比上覆冷水重，海流能使这些从暖的深层水分离出的上覆冷水(低于4℃)维持在上面。

温克勒滴定(WINKLER TITRATION)

见"海洋仪器"。

温盐深记录仪(SALINITY-TEMPERATURE-DEPTH RECORDER)

温盐深记录仪即大家知道的STD记录仪，它是由敏感元件和记录器组成的一种设备，可同时记录海水中的温度、盐度和深度的测得值[参见"海洋仪器"]。

湾(BAY)

见"大洋"。

湾流(GULF STREAM)

海洋中最强大的海流之一，从哈特勒斯角到纽芬兰外海的大浅滩向北流。一般认为，从尤卡坦海峡经过佛罗里达海峡朝北到哈特勒斯角的佛罗里达海流，和横穿北大西洋到欧洲海岸的北大西洋海流均为湾流流系的一部分。沿大安的列斯岛向北的安的列斯海流在巴哈马附近加入湾流系统，并从马尾藻海向东。最终的湾流，其速度时常保持在4—5节，最大输水量为113×10^6米^3/秒——比世界上所有河流的总输水量还大得多。

湾流的核心即急流处，大约80公里宽，并且显示出随大陆隆的轮廓而变化的特点。结果，湾流的路径形成了许多蛇形弯曲，可能偏离主流流向64公里，并且在321公里内，不会再并入主要路径。这些蛇形弯曲不稳定，但是处于连续发展状态中。蛇形弯曲时常脱离主流成为孤立的涡旋，从马尾藻海向东再继续存在一段时间。由于湾流的大部水体来自赤道区域，因此温度比较高，表面温度为26℃，在水下800米左右为10℃左右。湾流边缘水的温度大约比中心冷10℃。相反，湾流东部的温度与中心温度相同。湾流沿岸边界流速很急，当从西部接近时，时常可以观察到流速的变化。

湾流是世界海洋中研究得最多的现象，但是，至今还有很多问题尚待解决。

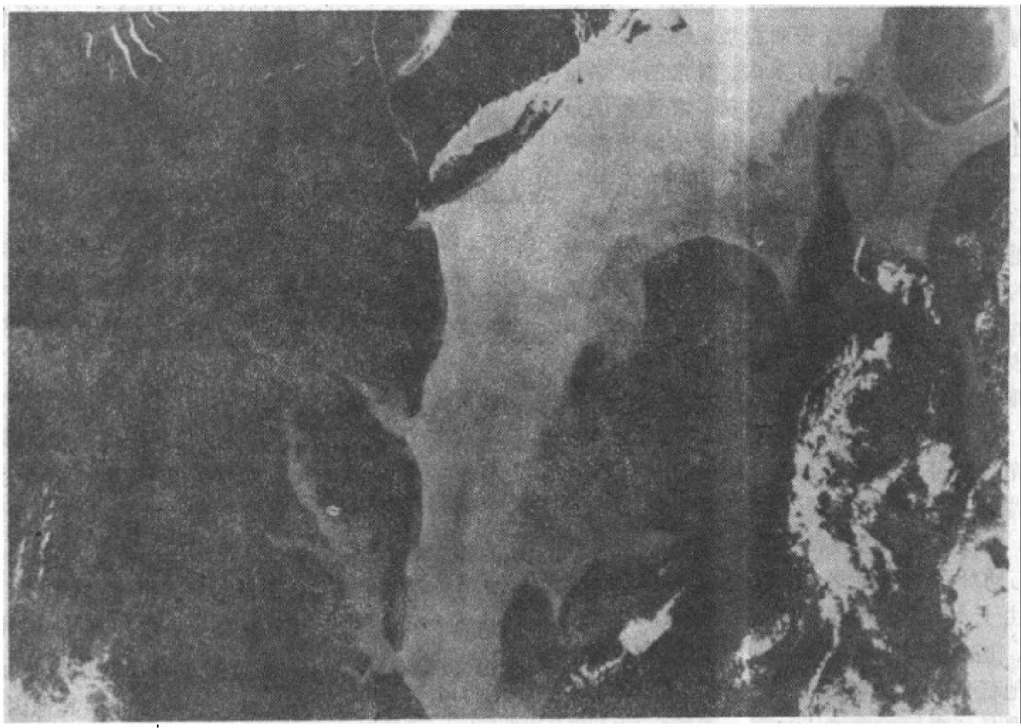


图　湾流。这是1977年5月美国大气局卫星拍摄的美国大西洋沿岸的分辨率很高的红外照片。左边阴影部分是大陆，亮的部分是冷的沿岸水，大洋中暗色的圆圈表示暖的湾流。由于湾流中有蛇曲和涡旋，所以，在不同温度的两水体之间具有明显的界面

普劳德曼，J.(PROUDMAN JOSEPH，1888—1975)

约瑟夫·普劳德曼是英国的一位数学家和海洋学家。他一生中的大部分时间是从事潮汐和风暴潮的研究工作。他从1913至1959年期间在这个领域的工作使他于1946年获得了美国国家科学院的阿加西斯勋章，1957年获得了伦敦皇家学会的休斯勋章。

普劳德曼是农场主的儿子。他于1888年12月30日出生在英格兰兰开夏的安斯沃兹。1910年从利物浦大学获得理学学士学位。1913年和1917年在剑桥特里尼蒂学院先后获得数学学士与硕士学

位。1916年在利物浦大学获得博士学位。1919年在利物浦大学成为应用数学的首席教授并担任利物浦大学潮汐研究所所长职务。1933年成为海洋学教授。1940年至1946年任利物浦大学副校长，于1954年退休。

当1912年普劳德曼还在剑桥的时候，他受H.拉姆的鼓励开始进行测定转动的地球上平坦海洋(其海岸具有圆的扇形形状)潮汐振动理论分布的研究工作。1917年发表的第一次综合成果用若干个坐标把微分方程变换成拉格朗日型方程。后来，普劳德曼和A.T.杜森在1925年和1937年又先后发表了与以一条完整的子午线为边界的半球大洋有关的这些方程的主要应用研究成果。

当1916年普劳德曼与拉姆一道工作时，应英国科学促进协会的请求，进行了调查潮汐研究状况的工作。这项工作导致普劳德曼于1920年写了一篇潮汐观测的调查分析报告，并且在利物浦大学建立了潮汐研究所。在与该研究所所长A.T.杜森合作期间，普劳德曼发表了多篇重要论文。这些论文有的是关于潮汐动力方程对于确定北海上潮汐主要构成分布的应用问题，有的是关于与风暴潮特别有关的"气象对海洋影响的时间关系"问题[参见 "波浪"]。

作为海洋学教授，普劳德曼研究了爱尔兰海的温度和盐度分布以及那个水体中潮流的效应。他的许多研究成果汇集在1953年出版的《动力海洋学》(Dynamical Oceanography)一书中。

谢泼德，F.P. (SHEPARD FRANCIS PARKER，1897—)

弗朗西斯·帕克·谢泼德是美国一位教育家和地质学家。他被认为是把海下峡谷的研究与其成因理论结合得最为密切的学者之一[参见 "海下峡谷"]。他论证说，这些大的峡谷在最后的冰期造成海平面很低的期间曾被大陆架上的河流冲刷切割。

谢泼德1897年5月10日出生于马萨诸塞州的布鲁克林。他1920年从哈佛大学获得学士学位，1922年从芝加哥大学获得博士学位。毕业后他留在芝加哥大学。最初当讲师，后来是地质学教授。直到二次世界大战，1942年他才来到斯克里普斯海洋研究所。在1945年他成为主要地质学家之前，谢泼德在斯克里普斯海洋研究所一直是战争研究处的一名研究人员。1948年成为海底地质学教授，1964年成为海洋学教授。

谢泼德还在芝加哥大学的时候他就已开始研究海底地质学。利用他父亲的小游艇，开到马萨诸塞的近海，收集到一些大陆架沉积物，并发现这些沉积物与大多数教科书上所描绘的不大一样。在1933—1934年的休假期间，他研究了沿着加利福尼亚海岸的海底峡谷。这项工作使他于1948年出版了《海底地质学》一书(该书是这个课目的第一本教科书)。后来他继续从事海下峡谷的研究。1966年与R.F.迪尔合作出版了《海底峡谷和其它海谷》一书。这本书包含了世界大洋中很多地方的海底峡谷和海谷的分析。另外，谢泼德还在研究环绕地球的海平面起伏问题上作出了许多贡献。

裙礁(FRINGING REEF)

见 "珊瑚礁"。

蒙克，W.H. (MUNK WALTER HEINRICH 1917—)

沃尔特·海因里希·蒙克是美国一位地球物理学家和海洋学家。他由于研究大洋的波浪运动和地球转动中的不规则性而闻名于世。

蒙克于1917年10月19日出生在奥地利的维也纳。1932年来到美国。1939年他从加利福尼亚工学院获得应用物理学学士学位。他1941年在卡尔特什获得地球物理学硕士学位，1947年在加利福尼亚大学获得海洋学博士学位。1947年蒙克在斯克里普斯海洋研究所任助理教授，1949年成为副教授，1954年升为正教授。1959年他被任命为加利福尼亚大学物理和行星物理研究所副所长兼任拉霍亚实验室主任。

与H.斯维德鲁普和R.雷维尔一起在斯克里普斯的夏季工作促使蒙克由从事研究生的培训工作转向致力于海洋学的研究工作[参见 "雷维尔，R.R."；"斯维德鲁普，H.U."]。多年来他研究的重点是波浪的产生、传播和衰减问题。他早期研究微尺度波——表面张力波和高频重力波，并对海面粗糙度的观测作出了许多贡献。后来，蒙克的研究重点逐渐转向研究具有撞击加利福尼亚海岸的长涌浪特征的低频波和潮汐。蒙克与F.斯诺德格拉斯合作，在太平洋上测出了从12000公里远的印度洋上产生的波浪，发现这些低频波浪通过塔斯曼海进入太平洋后又传播了很长的距离。他们利用从澳大利亚向阿拉斯加延伸的一系列记录装置监测了这些波浪穿过太平洋的进展情况。与此相似，蒙克和他的同事还通过在深海底放置传感器来测量潮汐，亦发展了潮汐预报方法。

由于蒙克在海洋动力学、地球自转中摄动的影响以及在天文学方面的许多贡献，使他获得了美国地球物理学会的A.R.戴勋章(1965)，美国气象学会的斯维尔德鲁普金质奖章(1966)，伦敦皇家天文学会的金质奖章(1968)，美国海洋技术学会的海洋科学与工程一等奖(1969)，美国地球物理联合会的M.尤因勋章(1976)和国家科学院的A.阿加西斯金质奖章(1976)。

棘皮动物(ECHINODERM)

是棘皮动物门的9000种以上的纯海洋性动物的俗称("Echinoderms"为希腊文，意为"有刺的皮")。

棘皮动物不同于所有其它动物，它们具有由晶体方解石（calcite）小片所组成的复杂的外骨骼和独特的水管系统。这一充注液体的管道系统是为营养、呼吸、行动和感触所需要的。

棘皮动物全部是海洋动物。它们从两侧均一的自由游泳的幼体逐渐变化成定置的或缓慢行动的成年者。虽然在这些动物的各种代表者之间其外形有显著的差异，但所有成年活棘皮动物的外形都是辐射对称的。在一般情况下，它们的碳质小片埋在皮内，但常有刺突出皮外，以保护它们不被食肉动物所侵害。在棘皮动物的分类中，分类学把它们分为4个亚门，10个纲，8个亚纲，4个总目，37个目和3个亚目。这些动物已经生存了约有6亿（600× 10⁶）年，在这漫长的时间里产生了几种不同的结构模式，鉴于这一事实，它们种类之多就不足为奇了。变异几乎是无极限的，其骨骼结构的复杂性没有其它无脊椎动物所能超越。它们的骨骼结构在一单体动物中可包括200万个以上的组分。几种现有的棘皮动物的例子有：

1. 海星［海星亚门（Asterozoa）中海星亚纲（Asteroidea）］。海星类有一中心盘，从盘辐射出5个或5个以上的腕。盘和腕之间没有明显的界线。石灰质骨板松散地埋在皮中。

2. 海胆［海胆动物亚门（Echinozoa）中的海胆纲（Echinoidea）］。海胆类具有一结实的球状的身体包在一硬壳中，壳是由板形成的，板带有可活动的棘。

3. 海参［海胆动物亚门（Echinozoa）中的海参纲（Holothuroidea）］具有圆柱形肌肉的身体，五条腕在体内结成一体。皮软并有肉体感。大部分钻在近岸的海底沙土或泥中生活。嘴的周围有一圈触手。两个内部鳃状呼吸器官与肛门相连。海水泵入这些器官帮助气体的更换。

4. 海百合与海羊齿［海百合动物亚门（Crinazoa）中的海百合纲（Crinoidae）］。这些棘皮动物是海百合亚门中的仅存者。海百合具有5条向上伸出的腕，腕是高度分叉的，形似长而粗的羽毛，从一小的中心盘伸出。腕上有纤毛的沟槽是为运送食物颗粒到嘴里去用的。在皮中它们有紧密连在一起的骨片。大多数成年的动物用柄或茎附着在岩石或一些其它附着物上。海百合生活在深的海域中。大多数海羊齿是无茎的，已适应自由游动的生活。

棘皮动物广泛分布于世界海洋的所有海洋底层深处。其中有一些棘皮动物是从深度为10 705米的马里亚纳海沟拖拉上来的。其它的一些棘皮动物已知在平均深度为3962米的海洋底层上是很普遍的，但仍另有一些则在近岸地区常可遇到。除了海洋食物链的重要性之外，还有古生物学方面价值，因为它们是许多不同类型的、保存得很好并为可以大量取得的化石。这些化石为一般地划分进化趋势提供了手段。

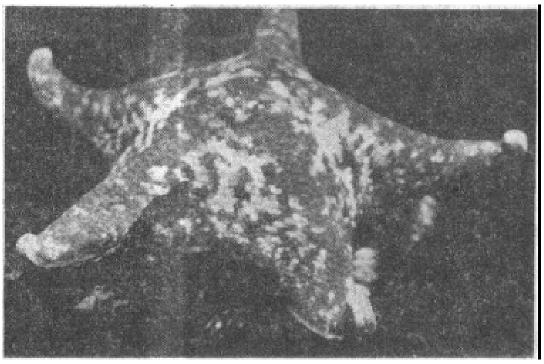


图1　棘皮动物从身上辐射出5条腕，使之（即使对非职业性的人员）立即可辨认出海星的形状

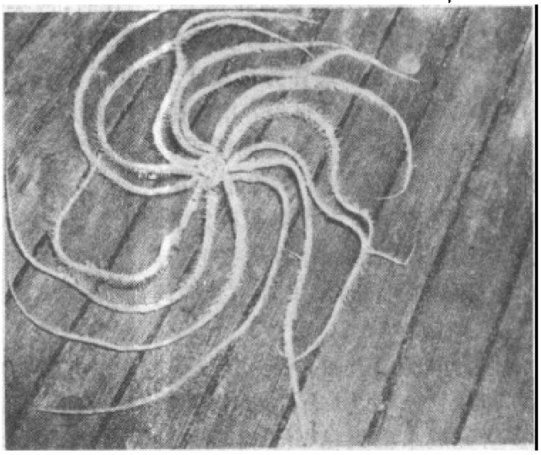


图2　从尼加拉瓜附近找到的大的桔色海星具有特别长而细的腕

塔斯曼海（TASMAN SEA）

位于南太平洋，在澳大利亚和塔斯马尼亚岛的东南岸外海。西部，从澳大利亚海岸南纬30°处（格拉夫顿附近）往南，经过豪角附近的加布岛、东姐妹岛、弗林德斯岛、巴伦岛，再沿塔斯马尼亚海岸到南端的东南角的连线为界。其余边界，沿南纬30°纬线往东，经过伊丽莎白礁、东南岩到三王群岛，再到新西兰的北角，沿新西兰东海岸南下，再从北岛经库克海峡到南岛，经福沃海峡到斯图尔特岛，由此向西，经斯内斯岛和奥克兰岛，到塔斯马尼亚的东南角的连线为界。塔斯曼海的总面积约为233.01万平方公里。

第一个渡过塔斯曼海峡的民族可能是毛利族。14世纪，当毛利人到新西兰时，他们早已定居在那里了。据历史记载，到新西兰的第一个欧洲人是荷兰探险家A.J. 塔斯曼。1642年，塔斯曼发现了一个岛，这就是以他的名字命名的塔斯马尼亚岛（他曾称之为范杰门地，以纪念荷属东印度的总督），并继续往东发现了新西兰。不可思议的是，塔斯曼环绕澳大利亚航行一周，并未见到过大陆。1606年，西

班牙航海家 L. V. d. 托雷斯，也经过澳大利与新西兰之间的海峡航行，因而称之为托雷斯海峡。虽然澳大利亚好象是葡萄牙人发现的（1542 年葡萄牙发表过有关的报道），但是 1606 年，荷兰的航海家 W. 詹斯兹沿着卡奔塔利亚湾（澳大利亚的北岸）东部岸线考察时，看见了该大陆，成为历史上第一个发现该大陆的欧洲人。虽然常有人到这一地区去，但直到 1770 年 J. 库克考察了东海岸，提出归属英国的要求后，才引起人们极大的兴趣。

塔斯曼海附近的陆架在很大程度上由于受澳大利亚的东海岸和新西兰的西海岸的限制，未得到充分的发育。陆架上有几处被海底峡谷切割着，使沉积物沿峡谷送到深海底，深海底的西侧，为塔斯曼深海平原（塔斯曼海盆）。豪勋爵海岭由北而南纵贯该海区的中部，海岭以东就是新喀里多尼亚海沟，最东面有撑托着新西兰群岛的新西兰海台。往北直至珊瑚海，这三个特征都较明显。塔斯曼海盆水深为 4572—4877 米，深海盆上分布着许多星点似的海山[参见 “海山”]。海岭的深度为 914—1219 米，但有几处却升出海面，形成小岛和礁石。沉积物的分布各地不同，较浅海盆为带有钙质沙和泥的陆源混合物质；深海底为粘土；豪勋爵海岭上为一些火山乱石和火山灰。

塔斯曼海的表层环流基本上受东澳大利亚海流的控制，约从南纬 20° 向南流。这支海流是南太平洋最强的海流之一，源于南赤道流[参见 “赤道流系”]，由北流入。此外，也略受西风漂流的影响。

斯皮斯，F. N. (SPIESS FRED NOEL, 1919—)

弗雷德·诺埃尔·斯皮斯是一位美国海洋学家。人们通常把他和最初用来研究波浪和水下声学的被称为 FLIP（浮动仪器平台）的研究平台的发明联系起来。FLIP 是一条 108 米长的平台。它在水平位置时象一条船一样被拖引前进。而它又可以通过调整尾部的压载翻转成竖直状态。竖立时，在水下的部分有 91.4 米。因此它可以为传感器提供一个稳定的平台。在下水作业的头 10 年里，FLIP 完成了 35 次考察。它对风浪和内波，海中声传输，大洋温度结构以及地壳的构造等方面的研究作出了重要的贡献。

斯皮斯 1919 年 12 月 25 日出生于加利福尼亚的奥克兰。1941 年他从伯克利的加利福尼亚大学获得学士学位，1952 年获得博士学位。而他的硕士学位是 1946 年从哈佛大学获取的。当他成为诺尔原子能实验室的职员后不久，又参加了圣迭戈加利福尼亚大学的海洋物理实验室的工作，并且于 1958 年成为该实验室的主任。1961 年至 1963 年，他是斯克里普斯海洋研究所的代理所长，1964—1965 年他任所长。从 1961 年开始他也是这个研究所的海洋学教授。

作为一个独立的研究人员和一个大研究机构的领导人，斯皮斯在水声学和仪器的发展中作出了很多贡献。FLIP 和深拖器（一种拖曳式仪器装置，可在深洋底上快速进行地形学、下部构造和地磁调查）就是其中两个实例。斯皮斯由于工作中的成就曾经获得富兰克林学院的韦瑟里尔勋章（1965）、海洋技术学会的卓越成就奖（1971）和美国海军的罗伯特·德克斯特·康拉德船长奖（1974）。

斯托梅尔，H. M. (STOMMEL HENRY MELSON，1920—)

亨利·梅尔森·斯托梅尔是一位美国物理海洋学家。他在大洋的特性及其原因研究方面作出了许多重要的贡献。他的主要贡献是在洋流，特别是在湾流的研究上。他在大洋环流的一般理论，盐水的混合过程，河口的充溢和海洋与大陆界面之间的相互作用等问题方面都取得了一定的研究成果。他还是一位非常有影响的教师，并且在国际合作的研究活动中声望也很大。他 50 年代的研究工作为制定 60 年代和 70 年代物理海洋学的发展规划打下了基础。

1920 年 9 月 27 日斯托梅尔出生于特拉华的威尔明顿。他 1942 年从耶鲁大学获得理学学士学位。后来又获得了很多大学的名誉学位。如哈佛大学的硕士学位（1961），哥德堡大学的博士学位（1964），耶鲁大学的博士学位（1970）和芝加哥大学的博士学位（1970）等等。大学毕业后，他在耶鲁大学担任数学和天文学教员。从 1944 至 1960 年，他在伍兹霍尔海洋研究所任研究副教授。从 1960 年至今，他是那里不住所的物理海洋学家。1960 至 1963 年他还曾在哈佛大学担任过海洋学教授，并从 1963 年至今在马萨诸塞理工学院保持着同样的职位。

斯科舍海（SCOTIA SEA）

位于大西洋的西南部，四周围有斯科舍海脊组成的环圈，周长为 4344 公里。斯科舍海脊把南美最南端的火地岛与南极洲的南极半岛相连接，并支托着福克兰群岛（福克兰群岛我国现译为马尔维纳斯群岛。——译注）、南乔治亚岛、南桑德韦奇群岛、南奥克尼群岛和南设得兰群岛，可以认为它是安第斯山脉的延伸。德雷克海峡位于南美与南极之间，口宽为 1000 公里，为斯科舍海的西界；南部有斯科舍海脊与威德尔海相隔。

德雷克海峡是为纪念英国冒险家和考察家 F. 德雷克爵士而取名的。但是，当德雷克环球航行（1577—1580 年）时，并未经过该海峡，开始他只通过麦哲伦海峡（在南美与火地群岛之间），后来因被风刮到南面去，不得已在火地群岛呆了好几个星期。据记载说，正如德雷克经常声称的那样，合恩角不太可能是由他发现的。但是他的确坚信，在他所在地以南的某个地方，一定是大西洋与太平洋滚滚相连

的海域。

斯科舍海脊的东大环是别具特色的洋底，把斯科舍海盆围住。在南乔治亚与南奥克尼两群岛之间有一小海隆把海盆分为东、西两个斯科舍海盆。这些海盆大部覆盖着由硅藻和有孔虫甲壳组成的软泥。在部分区域，特别是在覆盖着有孔虫软泥的海盆可见到锰结核。在斯科舍海盆边缘和德雷克海峡，由于南美和南极之间向东海流的筛选作用，沉积物有逐渐变粗的趋势（砂、粘土和粉沙）。在海脊弓弧的外侧有南桑德韦奇海沟，水深为 8270 米。

影响斯科舍海的主要海流来自西南的别林斯高晋海，绕过南极半岛，经德雷克海峡，犹如滚滚江河，奔腾流入[参见 "南极绕极流"]。估计通过该海峡的流量约在 9—18 千万 $[(9-18)\times10^7$米^3/秒$]$ 之间。以较低的估计，也相当约 400 条亚马孙河的流量。斯科舍海还受南极辐合带的影响，此辐合带经德雷克海峡环绕南极大陆。在该辐合带内，南极的冷（较重）水与南大西洋的温（较轻）水相交汇，形成显著的密度梯度。富营养盐的冷水下沉到较温的海水下面，并向北流，成为南极中层流。这一带海洋生物很多，蓝鲸常到这里寻捕磷虾。

斯科舍海的表层水温约在 0—6℃之间。冬季浮冰群可扩展到德雷克海峡，该海主要受浮冰的影响。

斯皮尔豪斯，A. F. (SPILHAUS ATHELSTAN FREDERICK，1911—)

阿特尔斯坦·弗雷德里克·斯皮尔豪斯是美国一位科学家、发明家和作家。他作为"海洋补助金计划之父"[参见 "海洋补助金计划"]和温深仪的发明者而著名于世。他于 1911 年 11 月 25 日出生在南非的开普敦。1931 年和 1948 年从开普敦大学分别获得学士学位和博士学位。而他的硕士学位是 1933 年从马萨诸塞理工学院取得的。另外，他还从美国和英国的大学里获得了十个名誉学位。

1933 年斯皮尔豪斯在马萨诸塞理工学院作为一名研究助手开始了他的生涯。1936 年他到伍兹霍尔海洋研究所当一名助研，1938 年担任物理海洋学调查人员，1960 年成为副研究员。另外，他 1937 年在纽约大学任助理教授，1939 年成为副教授，1942 年成为气象学教授。从 1949 至 1966 年他任明尼苏达大学工学院的院长，并且在 1966 年成为物理学教授。1967 至 1969 年，斯皮尔豪斯是富兰克林学院的院长。1969 至 1971 年是阿瓜（Aqua）国际股份有限公司的董事。1971 至 1974 年他是设在史密森研究所的伍德罗·威尔逊国际学术中心的研究员。1974 年他成为国家海洋大气局局长的特别助理。

斯皮尔豪斯的研究兴趣和他的作品涉及到海洋学、气象学、天文学和空间计划等广泛领域。1938 年他发明了温深仪。这是一种凸凹不平的仪器，能够使海洋工作者在运动着的船上获得作为深度的一个函数的水温记录。二次世界大战期间，他由于发明遥感上层大气用的气象学仪器而受到嘉奖。1964 年在华盛顿举行的一次讨论会上，斯皮尔豪斯首先提出按照土地补助金学会计划的榜样通过大学来支援海洋学研究。而土地补助金学会计划那时已对美国的农业发展作出了很多贡献。现在已经取得成就的国家海洋补助金计划就是出自斯皮尔豪斯的那次建议。

斯涅耳定律(SNELL'S LAW)

见 "海洋光学"。

斯维尔德鲁普，H. U. (SVERDRUP HARALD ULRIK，1888—1957)

哈拉尔德·乌尔里克·斯维尔德鲁普是挪威的一位海洋学家。他由于和 M. W. 约翰逊与 R. H. 弗莱明合写了一部书——《海洋：它的物理学、化学和普通生物学》而闻名于世。这部书出版于 1942 年。它阐述了关于海洋波浪和海流、海水化学、海洋动植物以及海底地质学现有知识的对比研究成果[参见 "约翰逊，M. W."]。这部书对全世界海洋学研究具有重大的影响，其部分原因是由于它合乎时宜。第二次世界大战时，海军作业和控制冷战时代的水下威胁都需要更好地认识海洋学过程，斯维尔德鲁普的书则为产生这种研究成果提供了基础。

斯维尔德鲁普于 1888 年 11 月 5 日出生在挪威的松恩达尔。他从奥斯陆大学获得博士学位，并且从 1911 至 1917 年在奥斯陆和莱比锡任研究副教授。1918 至 1925 年他任挪威北极探险队（乘"莫德"号船）的科学事务队长。"莫德"号探险之后，斯维尔德鲁普在卑尔根地球物理研究所当了两年气象学教授。1931 年他参加了"鹦鹉螺"号的威尔金斯—埃尔斯沃思海下北冰洋探险。之后，他在卑尔根的克里斯琴·米切尔森研究所担任了四年研究教授。1936 年他成为设在加利福尼亚拉霍亚的斯克里普斯海洋研究所所长。他晚年任设在奥斯陆的挪威极地研究所所长兼地球物理学教授。

斯维尔德鲁普在海洋学上作出了许多贡献，其中关于"通过印度洋的南极绕极流是太平洋中盐度的来源"的理论现在已被普遍接受。他对赤道逆流的成因理论也有贡献[参见 "赤道流系"]。因为工作成绩卓著，斯维尔德鲁普于 1938 年获得了美国国家科学院的阿加西斯勋章，1951 年获得了美国地球物理联合会的鲍伊勋章。

斯克里普斯海洋研究所 (SCRIPPS INSTITUTION OF OCEANOGRAPHY)

是位于圣迭戈的加利福尼亚大学的附属机构。这个研究所在海洋科学研究和从事研究生教育方面，是世界上有名的研究所和最重要的中心之一。

斯克里普斯海洋研究所目前的建筑物占地面积为230英亩。早在1903年，它是一个独立的生物研究实验室。1912年改名为斯克里普斯海洋生物研究所时便成为加利福尼亚大学的一个组成部分。但它的主要研究范围涉及海洋研究的很多方面。这个事实直到1925年10月13日其名称被加利福尼亚大学董事会改为斯克里普斯海洋研究所时才被正式承认。

斯克里普斯海洋研究所现在的研究范围包括海洋物理、化学、地质和地球物理以及海洋生物。

斯克里普斯海洋研究所的调查研究船行迹遍及整个世界大洋。它们从局部海区的调查到远洋探险，能广泛地收集各种海洋学资料。

斯克里普斯海洋研究所的研究生部对攻读海洋学、海洋生物学和地球科学学位的学生们提供教育指导，其重点放在博士培训规划方面。通常学生们将攻读下列课程规划之一：应用海洋科学、生物海洋学、地质科学、地球物理学、海洋生物学、海洋化学和物理海洋学。

硫化氢(HYDROGEN SULFIDE)

见“硫循环”。

硫循环(SULFUR CYCLE)

一种自然循环，其中元素硫由海洋经大气向陆地再循环。

硫是一种非金属元素，在世界大洋中以硫酸盐、亚硫酸盐和硫化物形式存在。大洋中的植物利用由化学和生物化学氧化而产生的硫酸盐。植物和动物在缺乏空气(缺氧)的条件下分解时即放出硫化氢，后者可由化学作用产生，或者和氮一样，也可自微生物使硫还原而生成。海洋中发生这种过程的主要场所是缺氧软泥区，那里存在使硫酸盐还原的厌氧微生物。这类异养菌能将软泥中的不同硫酸盐分解为硫化氢、甲烷和甲醛等。其中硫化氢最容易自海水环境逃逸到大气中。在大气中它被氧化为二氧化硫，溶解于雨水后形成硫酸盐(和硫酸)。然后它们被输送到陆地上和世界河流中，再回到海洋。

幸而大部分海区的硫化氢是被释放于大气中(黑海中有硫化氢存在则是一个例外)，它对细菌以外的所有海洋生物来说均为一种敌对物质。并非所有细菌在硫循环中都产生硫化氢；真硫菌产生纯硫，经氧化后硫又回到循环中。虽然大气中的某些含硫化合物(即二氧化硫)系来源于工业过程，但大部分(约2/3)却是来源于世界大洋。

硫循环是重要的，因为硫是一种极其重要的生物圈物质。它对活体物质的基本功能是在形成蛋白质分子方面发挥作用。

硬壳蛤(QUAHAUG)

一种典型真瓣鳃目蛤的名字，学名 *Mercenaria mercenaria*。

硬骨鱼类(BONY FISH)

硬骨鱼类这个名词用于鱼形的脊椎动物，它们是硬骨鱼纲(Osteichthyes)的鱼，包括两个亚纲，32个目，大约375个科，3570个属和18 000个种。硬骨鱼类具有硬的骨骼、一个鳔、一个真正的鳃盖和中胚层的硬鳞，圆鳞或栉鳞。这一类脊椎动物包括人们熟识的大部分鱼类[参见 “真骨鱼类”]。

趋光性(PHOTOTAXIS)

游动生物对光刺激反应的行为称为趋光性。背离光源的行为称为负趋光性(negative phototaxis)，从朝向光源的则称为正趋光性(positive phototaxis)。

趋光性在海洋生物中是一种强烈的反应，例如，灯笼鱼和大部分其它次深海层鱼游离放入水下的光源。此外，在称为深分散层的世界海洋生物层中，有些鱼(特别是灯笼鱼)和无数的小海洋生物(如磷虾)在夜间经过不同的距离洄游到水面上来摄食，将近日出时它们又返回到更深更黑暗的水域中去。小的灯笼鱼(不足15厘米长，如 *Myctophum punctatum*)时常成群游到某些水域的表面摄取食物。在南极灯笼鱼食取南极磷虾。

有些大洋深水鱼游向由各种鮟鱇、巨口鱼和蝰鱼科鱼[参见 “生物发光”]的发光器官所发出的光。这种行为经常是致命的行为，因为这种生物发光是这些鱼诱惑捕获物的手段。

超深渊(HADAL)

属于深海沟带及其动物区系这种环境的一部分，这种海沟的深度达11 000米。超深渊这个词首先是由A. 布鲁恩(Anton Bruun)提出来的，他是“铠甲虾”号考察船(Galathea expedition，1950—1952年)的领导人[参见 “栖息区域”]。

超潮波(ULTRA-TIDAL WAVE)

见“波浪”。

斐济海(FIJI SEA)

虽然在文献中偶而有这样叫法，但仍未得到公认。有的海洋学家认为，南太平洋西部的这一楔形海区，从美拉尼西亚边疆(新赫布里底群岛)到新西兰，再往北到汤加群岛这一范围内，是独具特色的，可定为单独的海。

喷孔(BLOWHOLE)

鲸类头顶上的鼻孔[参见 “鲸”；“鼠海豚”]。此外，喷孔也是安装在海岸悬崖上的一种纵向管道，当风暴来临时，常从喷孔里喷射出柱状水花。

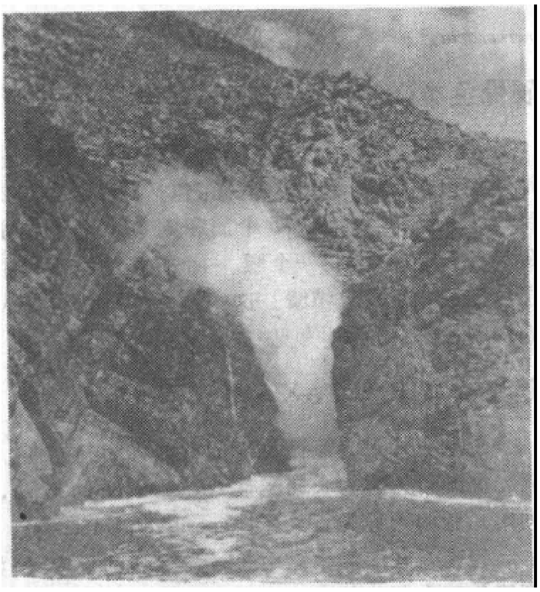


图　加利福尼亚基岩海岸上，一个喷孔的喷射高度

喀拉海(KARA SEA)

北冰洋的一个海，位于西西伯利亚洼地（苏联）的北岸。喀拉海的西部以狭长的新地岛及其北端到永久性浮冰群边缘法兰士约瑟夫地最东角的连线为界。北部以法兰士约瑟夫地与北地群岛北端的共青团员岛连线为界。东部以群岛和大陆上的切柳斯金角为界。喀拉海的总面积为88.3万平方公里，容积为10.4立方公里。喀拉海全部都在陆架上，平无水深为118米。

每年流入喀拉海的淡水为1500立方公里，主要由鄂毕河和叶尼塞河流入该海，因而表层盐度仅7—10×10⁻³，到处都为较轻的淡水。但在表层以下，由于大西洋和北冰洋水的流入，盐度为32—34×10⁻³。夏季半咸的表层水温度为5—8 C，而较咸的底层水温度为0—－1.5 C。从9月开始，整个喀拉海都为冰所覆盖，一般到6月以后才开始融冰。8月从边缘岛屿冰川上崩裂下来的冰山最为显著。

据记载，第一个驾船开进喀拉海的是荷兰的船长、海豹猎手和航海家W. 巴伦支。1596年巴伦支在J. V. 希姆斯柯克驾驶的船上（前两航次是巴伦支驾驶的），开始为寻找通往中国的东北航道进行第三次探索。1596年7月到达喀拉海，9月该船被冰封冻在新地岛东北岸近海，巴伦支成为第一个在北极过冬的考察家。第二年他死于返航途中。

蛤（及其他贝类）[CLAMS (AND OTHER SHELLFISH)]

一般是指属于软体动物门，双壳纲（亦称斧足纲或瓣鳃纲）中的许多普遍存在的水生无脊椎动物名称，包括牡蛎、贻贝、扇贝及其它双壳贝以及蛤[参见“牡蛎”；“扇贝”]。通常称作蛤的双壳类，一般由于它们的两个对称的侧面是扁形的钙质的和铰连的壳而显示其特色。壳为多层的结构，用以封盖和保护底栖贝类的柔软的身体。

双壳的软体动物总计约有1万种，作为一个纲，估计构成全世界捕捞的无脊椎动物的三分之二[参见　“商业性海洋捕鱼”]。在这些双壳的贝类中蛤与牡蛎有最大的经济价值，因它们可供人类和一些如鲆鲽及鳕之类的底栖鱼类食用，而鲆鲽与鳕又为人类提供食品的可贵的来源。

作为一纲，双壳贝类出现在全世界海洋中，从浅的近岸水域到深度最大的深水中，以及大部分湖、河、池塘与其它淡水水域内。在海洋的环境中它们容易受到许多肉食者，特别是钻孔的蜗牛与蟹[如青蟹（*Carcinus maenas*）]的侵袭。此外某些甲藻如短裸甲藻繁殖在赤潮中时，可引起由毒素中毒而造成它们死亡[参见　“赤潮”]。

蛤(Clams)　在基本构造上，蛤类虽然其形状与大小可能差异很大，但却很相似。所有蛤类都具有由碳酸钙组成的抗酸和抗盐的壳，壳是由在贝壳硬蛋白套膜内分泌出来的。贝壳硬蛋白是一种有机的含氮物质，与几丁质很相似。外套是由左右两部分或瓣组成的，在动物的柔软的身体上形成一宽松的遮盖。两片壳主要是由有弹性的腱在侧面连接的，腱如弹簧一样，将两片壳的侧缘拉合在一起。这一作用由两块坚韧的横切的外展肌与之相抗衡，使壳连接在一起。肌肉也与身体相连，身体是比外套腔小得多的团块。摄食是由位于身体前端的小嘴两侧的鳃进行的。细小的食物颗粒嵌入在鳃中并被送到嘴和扩大的胃内。位于外套后端两侧之间的裂缝状的开孔或有纤毛的虹吸器，使水流循环通过外套膜，水在腹部的空隙进入而在背部的空隙排出。在鳃之间有一大的被称为足肌肉的叶突，从身体的腹部向前端延伸。这个足用来掘洞潜伏或移动。外展肌的松驰使左右两片外套膜分离。然后足被伸出，其顶端附着在一表面上，蛤的其它部分也被拉到这一表面上。这一动作在蛤的移动中重复进行，有些种这个足的动作是借助于足丝的丝或足上的角质突起来完成的。

神经系统包含有三对神经节。神经节有连接纤维，心脏在背部。大部分双壳类的肠是通过心脏的。

在海洋蛤类中，生殖是由雌雄分别排泄精子和卵子到水中而进行的。蛤类能改变性别，从雄的变为雌的并不是异常的事情。受精的卵子发展成幼体最后变成成熟的蛤类[参见　“幼体”]。蛤类生长时在贝壳上留有同心环。有的种具有隆起线，从绞合处放射到壳的边缘。

至今出现的最大的蛤类属于印度洋—太平洋的砗磲科（Tridacnidae）。实际上砗磲科包括两个属（*Tridacna bruguère*），5个种，即大砗磲（*T. gigas*），锯齿砗磲（*T. derasa*），鳞砗磲（*T. squamosa*），巨砗磲（*T. maxima*）和黄砗磲（*T. crocca*）以及由种砗磲（*Hippopus hippopus*）为代表的单一类型的砗磲属（*Hippopus*）。在这6个种中，最大的是大砗磲，其壳

的长度达 130 厘米以上，壳重超过 150 公斤。这种巨蛤在外套上有一显著的扇形边缘。其他种中等大小，以黄砗磲为最小，其最大壳长约 20 厘米。所有这些蛤类，可能除了黄砗渠以外，因它们的肉和壳有经济价值，肉当地食用，而壳则对采集者有用。较大的种是大砗磲、锯齿砗磲和砗蠔，采集者常为了它们的壳去寻找它们。

美国的软壳或沙海螂（*Mya arenaria*）盛产于美国东海岸、麻省科德角北部的大西洋水域中，大布列颠沿海水域内也常见。

另一类典型的真瓣鳃类蛤是帘蛤（Quahaug）如硬壳蛤（*Mercenaria mercenaria* 或 *Venous mercenaria*），这一种属于 Arctididae。现知唯一残存的种在美国的北卡罗来纳和佛罗里达州沿岸特别繁盛。在那些地方，职业性的渔民大量捕捞。帘蛤也是沿大西洋沿岸从北卡罗来纳州的哈特勒斯角到北冰洋，水深为 10.9—164 米的大部分大陆架上的栖息者。曾认为是不会消耗殆尽的帘蛤（硬壳蛤（*Mercenaria mercenaria*）、海蛤（*Spisula solidissima*）以及软壳蛤、沙海螂的资源正处于急剧波动状态。

美国太平洋沿岸的蛤包括竹蛏（*Siliqua patula*）、英蛏（*Saxidomus nuttalli* 和 *S. giganteus*）、石房蛤（*Protothaca staminea*）、真曲布目蛤（*Protothaca staminea*）、已被移植的大西洋软壳蛤和沙海螂（*Mya arenaria*）。

牡蛎（OYSTERS）

在 100 种或 100 种以上的可食用的牡蛎（属牡蛎科）中，有欧洲扁牡蛎和长的成杯形的日本、葡萄牙和美国牡蛎（相应为大巨蛎（*C. Crassostera gigas*）、巨角蛎（*C. angulata*）和弗吉尼亚巨蛎（*C. virginica*）。真正的牡蛎具有不同的上部和下部贝壳，壳或瓣由一复杂的有弹性的韧带而绞合在一起，壳上部的瓣一般为扁平的；而下部的则是中凹的，为牡蛎的身体准备了安藏的空间。假如壳没有受到损坏，当牡蛎闭合时候，两片瓣合在一起形成一水密的封闭，在靠近牡蛎身体的中心部分有一外展肌连接在两瓣上，这一肌肉控制壳的开张和闭合。

亚里士多德（Aristotle）曾写道，牡蛎"无感觉或性别，而是从腚着的船周围的水沫中自然发生的"，但事实是不列颠牡蛎是两性的，并且生殖是由一时为雄的，然后变为雌的，以后又变为雄的这样一个复杂而耗用时间的过程进行的。葡萄牙牡蛎或是雄的，或是雌的，繁殖是由与哺乳动物的生殖差别不太大（或相似的）的过程进行的。

有潮汐的海湾水域形成蛤和牡蛎等大部分经济贝类的主要栖息场所。这种水域构成自然界最复杂的环境。例如，大洋的氢离子浓离（pH）一般在 7.5 到 8.5 范围之内，而在潮汐水坑、海湾内则因水的稀释，H_2S 的产生或海洋污染而可能下降到 7.0 或 7.0 以下［参见 "海湾"；"河口"］。蛤和牡蛎的幼体有时必须遭遇到在它的自然栖息场所的大范围 pH 的变化，因此对有些区域，这些贝类补充的成功或失败，决定于 pH 的变化。在蛤生存的场合，pH 必须在 7.0 之下，对牡蛎则为 6.75，在 pH 为 9.0 或大于 9.0 的海湾地域内，蛤和牡蛎均不能繁殖。牡蛎能在盐度和温度变化相当大的水域内生活，并且能在温和的水域内迅速地生长。

海洋牡蛎往往大量分布在赤道南北两侧的 45 度纬线之间的海岸线上，但因湾流的性质有时也出现在远至北大西洋欧洲一侧的 62 度纬线处（虽然有些种是栖息在很深的水域内）。在北美洲、欧洲和亚洲的部分地区，它们作为食物而价值很大；有少数几种还能产生（通过寄生虫和分泌物）珍珠母贝壳和珍珠。

贻贝（Mussels） 贻贝也是具有二个相等的壳的软体动物。贻贝（*Mytilus edulis*）是最为人熟识并在海洋中分布得最广的软体动物。这些薄壳的浅水双壳贝类安稳地固着在海洋的底层上生长，并且形成大面积的贻贝床。贻贝的繁殖能力很强，一个中等大小的贻贝每年产 7×10^6 到 12×10^6 粒卵。但这一产卵能力被美国牡蛎的年产 1 亿到 5 亿粒卵的能力所超越。贻贝壳的内侧衬里层有珍珠似的光泽。贻贝很能适应有潮汐的环境，并且是沿北部海岸最繁盛的双壳贝类。繁盛的一个原因是由于它们能够应用一堆角质的丝——足丝将自身固着在几乎是任何物体上。固着的能力是由足内的腺造成的。附着是如此坚牢以致贻贝能对抗最强大的风浪。贻贝和其它双壳贝类一样是一种依靠过滤器的摄食者。假如在低潮而暴露在外时，它的保护壳是紧密闭合的，但当它为水所掩盖时，壳则稍稍张开以便水能被吸入通过全身。水流过鳃是为了呼吸摄食，食物为浮游生物（动物及植物）和碎粒（微小的无机或有机的渣滓）并经过滤后进入嘴内。贻贝可使大量水通过，例如一个长约 7.62 厘米的成年贻贝在 24 小时内能通过多达 37.9—56.8 升的水。浮游生物和碎粒供作初级食物，食物迅速并有效地由贻贝转变成为人类所食用的优良贝肉。但应注意，某些地方和某个时期的贻贝不要食用，因为当有毒物质存在在软体动物周围的水内时，贻贝和其它双壳贝类能积聚这些有毒物质。

扇贝和蚶（Scallops and cockles） 扇贝和蚶的许多种普遍分布在全世界，从极区到热带都有。通过几个世纪，很多历史事件是利用扇贝的壳作为一种象征。古代庞贝的建筑物就是用扇贝壳的图案装饰的。在十字军时期，扇贝壳是作为朝圣者的信条。艺术家们对扇贝壳的对称形式如此赞赏，以至常应用在绘画中。

扇贝与蛤和牡蛎一样，是具有两个壳的软体动物，但是，它们又和那些贝类不同，它们是活跃的游泳者。扇贝依靠急速把壳闭合，而能在水中自由游动。它们很少从它们的贝床游出一段距离。它们的床大部分在浅的水域内，例如在美国大西洋沿岸的八个州中的一种重要的经济生物，灿烂亮扇贝

(*Argopecten irradians*) 经常与大叶藻和其他海草生长在一起，但是，有几种扇贝是栖息在相当深的外海（即 835 米处）。扇贝具有复杂的眼睛，它们在外套的边缘上布置成一排。这种基本构造与人类眼睛相似的奇特器官，是许多科学研究的对象。

概要（Summary）　诸多因素中，有一些是超出人类控制的，特别是牡蛎的霉菌污染影响着这些动物的繁衍。但是，已知虫害、燃油、汽油等污染物和液状的石油产品及工业废弃物的抛掷将破坏或损害这一有价值的资源。

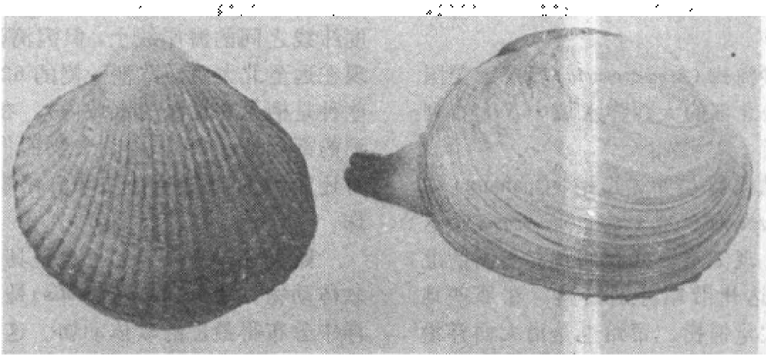


图 1　一个 10 厘米的尺子（上面）显示出从阿拉斯加水域内采到的一个蛤（左）和一个蛸的尺寸。为了挖掘或移动，一个蛤依靠它的外展肌的松驰而使壳分开，从而伸出它的足

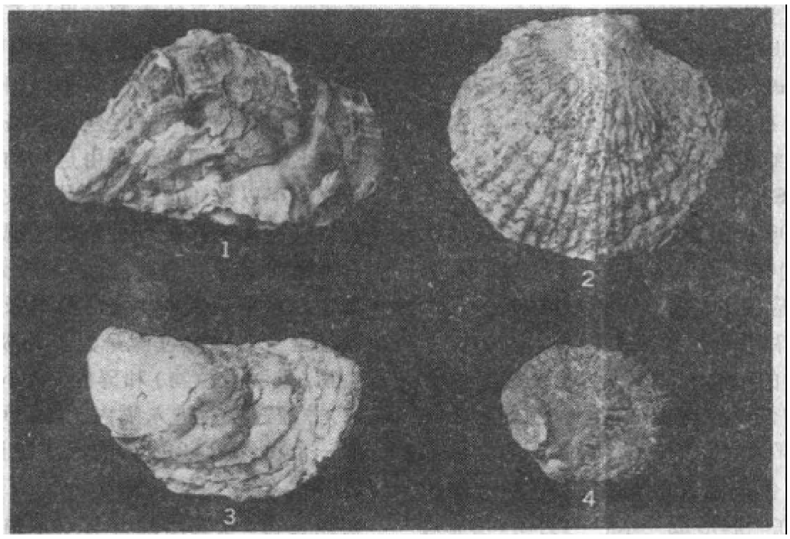


图 2　这是四种类型的牡蛎：(1)日本或太平洋牡蛎，现在是美国西海岸商业性繁殖的主要品种；(2)欧洲牡蛎，大陆上的普通牡蛎（分布较广的）。这种牡蛎曾被移植到缅因州并在西海岸试验性繁殖，但在美国还未成为商业性的重要品种；(3)东岸牡蛎，也称为切萨皮克湾牡蛎，弗琴尼亚牡蛎和"象脚"("elephant's foot")是美国东海岸的主要商品牡蛎；(4)奥林西亚牡蛎，曾是西海岸的主要品种，但它的种群已衰落

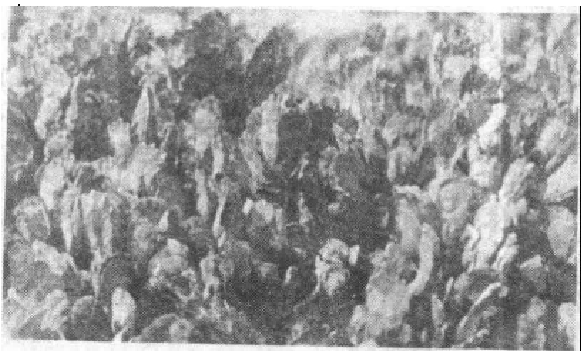


图 3　产卵情况良好的地方，在自然状态下牡蛎自身将一代附着在另一代的上面形成大的山脊上升到高潮线。这些牡蛎的商业价值小，因为它们的质量并不好，如将它们分散使它们获得空间，那么它们能生长到所需要的市场尺寸，这时其质量可以大大改善

帽贝或笠贝(LIMPET)

包括螺和蛞蝓在内的腹足类软体动物帽贝科和笠贝科中一些种类的名称。帽贝或笠贝分布很广，大多数有岩石的且冬天并不结冰的海边都是它们的活动空间。在南半球和太平洋中分布特别普遍。

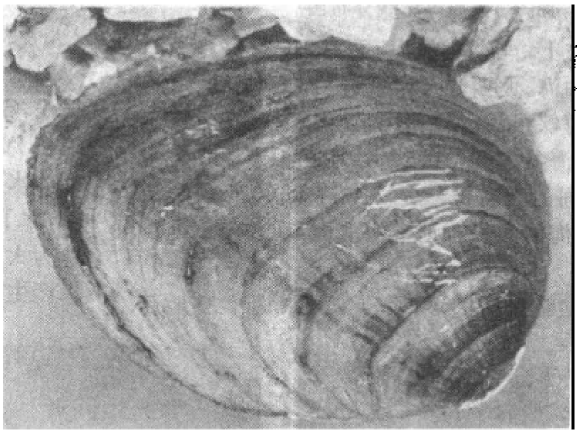


图 4　虽然贻贝的繁殖能力很大(经常年产二百万到七百万颗卵)，但是这种贻贝(*pleurobema clava*)仍建议列为受威胁的品种

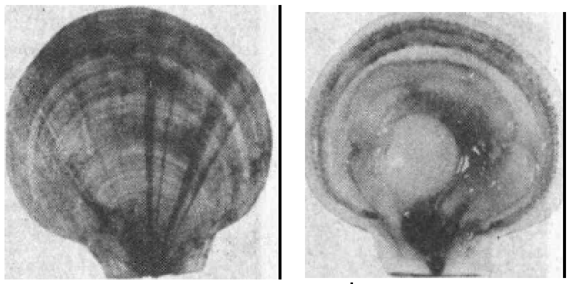


图 5　粘稠的肌肉和其他组织占了整个巨扇贝美好的壳，复杂的眼睛出现在外套膜边缘的细小的黑点上

多数帽贝和笠贝是较小的，长 5 厘米或小于 5 厘米，其中很多与藤壶相似。藤壶与其说是属于甲壳类还不如说是软体动物。与藤壶相同，许多种帽贝或笠贝已适应生活在有岩石的海岸上部的潮汐地区，它们摄食藻类和其它植物。但帽贝和笠贝与藤壶又有区别，藤壶是固着在一处生活、圆椎形；象是一顶帐蓬状的并带壳的帽贝和笠贝则具有活动能力。夜间寻觅叶片作为食物，主要从岩石上刮下叶片。有些品种如常见的帽贝，在夜间返回到它自己的有岩石的栖息场所。在生长时，能使自己的外壳形状和它在岩石上的特定地点相适应。帽贝外壳的形状受到它在潮间带中位置的影响，例如，保持在水下的壳比那些每天在空气中曝露时产生的壳更扁平。

帽贝属(*Patella*)和笠贝属(*Acmaea*)的种有相当长的寿命，有一些长达 17 年。在大多数场合下，不同性别的生殖比无性的或雌雄同体的多，卵产到水中，化出幼体[参见　“幼体”]。

帽贝和笠贝与鲍鱼[鲍属(*Haliotis*)]、滨螺属(*Littorina*)和凤螺属(*Strombus*)尤其与有壳的蜗牛有亲缘关系。有趣的是随遇的滨螺或海蜗牛与帽贝和笠贝相似，它们尽量回避海水，是世界上多岩石海岸的特征。它们通常趋于繁密丛集且生活于高水线以上的地方，只是偶而用海水润湿它们的鳃，所以有时干达一个月或一个月以上的时间，他们仍活着。

黑海(BLACK SEA)

一个内陆海，北面和东南靠着苏联，南面和西南面濒临土耳其，西面依保加利亚和罗马尼亚。黑海通过博斯普鲁斯海峡和达达尼尔海峡与地中海相通。这两个海峡分别位于马尔马拉海的东、西两侧。黑海的北面，通过刻赤海峡可进入亚速海。亚速海的东侧又有顿河、伏尔加河和顿河－伏尔加运河与

黑海相通。黑海和亚速海的总面积为46.1万平方公里，容积为53.7万立方公里，平均水深为1166米。亚速海的最大水深为13.5米，面积为3.8万平方公里。黑海的最大水深为2245米，长1207公里，宽611公里。冬季多浓雾，使水呈黑色，因而得名。

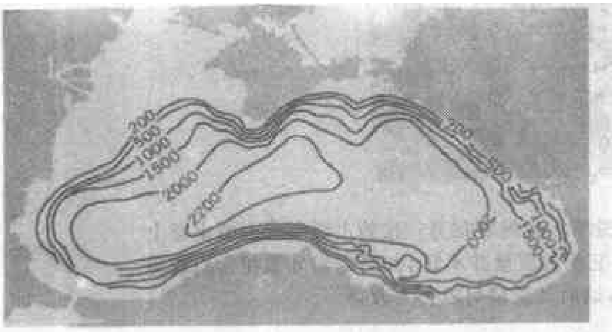


图1　黑海等深线分布图

在地质史上，马尔马拉海、亚速海、黑海和里海曾几次与地中海、大西洋及印度洋相通。另一方面，由于相通的海峡很浅（博斯普鲁斯海峡仅27米深），所以，在这些海盆之间，曾间断性地互相连通。地中海与黑海之间的现有海峡是大约在6000年前形成的。那时，黑海海面低于地中海海面，现在则已处于平衡状态了。

黑海海盆略呈椭圆形，除了处在博斯普鲁斯与克里亚半岛之间的西北角之外，大陆架都很狭窄并多处被峡谷所切割[参见　"海底峡谷"]。陆架非常陡峭地倾向深海盆，海盆底部相当平坦。海底沉积物近岸区为砂质陆源物质，深海盆底部为钙质软泥，并混有各种形式的硫化亚铁。流入黑海的径流量，每年为400立方公里。大部来自中欧的第聂伯河、德涅斯特河、布格河、多瑙河；苏联的顿河、库班河和许多较小的河流；小亚细亚北部的特霍鲁克河、耶席尔、伊尔马克河、克孜勒河和萨卡里亚河。由于径流量与降水量之和多于蒸发量，致使净余水量经博斯普鲁斯海峡流出（为350立方公里）。这些流出的表层水将由地中海流入的一部分次表层水（200立方公里）予以补偿。由于大量的径流入海，表层盐度相当低（$16—18\times 10^{-3}$），深度大于200米处的盐度也仅为$21—22\times 10^{-3}$。但由于下层高盐水的迅速输入，形成了很强的密度梯度，极大地抑制了表层水与深层水之间的垂直混合，加之与地中海连接的通道很浅，致使黑海深层成为一个停滞不动的海。因面约在200米深处，溶解氧就消失了。由于在更深一些的水层还有硫化氢（H_2S）存在，所以在此水层以深，除了厌氧微生物之外，再无别的生物存。这种环境为大量有机质在深层聚集和分解提供了条件，结果产生出磷酸盐离子、一氧化碳、氨和甲烷。

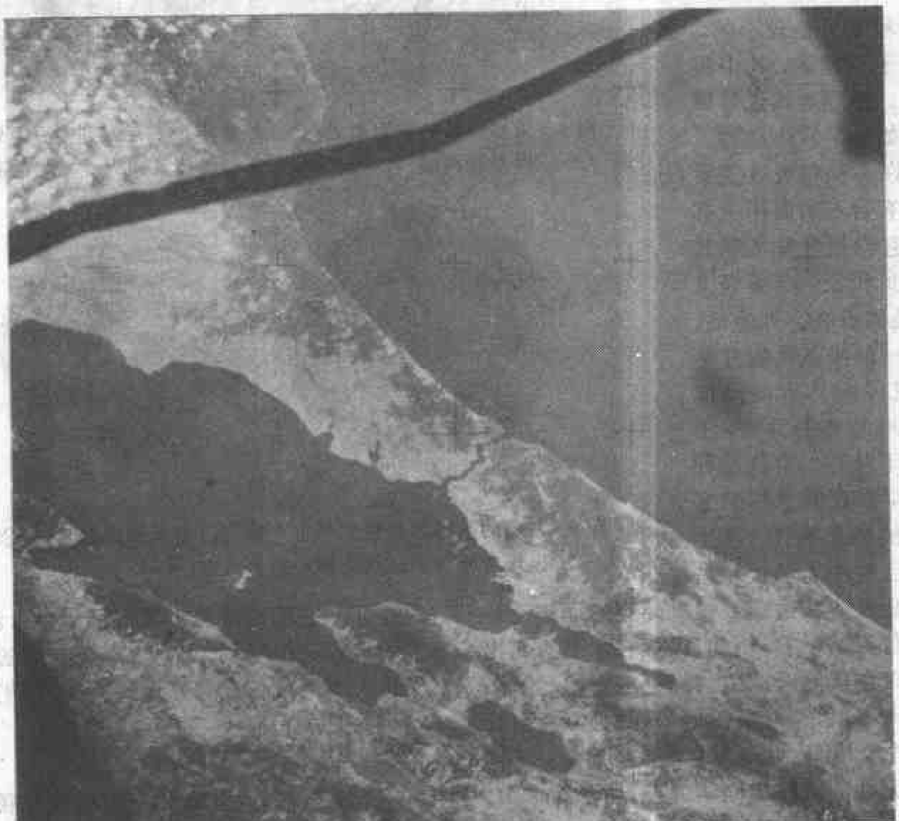


图2　博斯普鲁斯海峡切断了土耳其的西北边疆，把黑海与马尔马拉海连接起来，从这里到克里米亚半岛，陆架相当宽，但黑海的其它区域，岸线陡峭，水深迅速增大

黑海的表层环流同时受风和径流影响，形成两个逆时针方向环流，一个在东部，另一个在西部扇形区。在这两个环流系统之间有许多小的漩涡。表层水温，冬季为0℃，夏季为22℃。在200米层以深，水温十分稳定，为8.5℃。冬季，大量的冲淡水易于结冰，有时冰线可达离岸113公里远处。

黑海的动物种类约有1500种，主要来自地中海。当然，所有动物都生活于200米以内的上层水中。鱼类有170种，20%为有经济价值的鱼类，其中有鲭、鲣、鲟、鲱、鳀、鲤和鲟鱼等。渔业已高度发达，但大部分是限于沿岸区域，其中15%捕自外海。约90%的人从事捕渔业。海豹在黑海的分布也很广。藻类有红、褐和绿藻共285种，其中有些种类在近岸浅水区连成一片片巨大的底床。

黑潮(KUROSHIO CURRENT)

日本人所说的"黑潮"是西太平洋与美国东海岸的湾流相对应的那一部分，也是世界上流速最大的海流之一（40厘米/秒），是自菲律宾东北沿岸到日本东部沿海岸相对比较窄的一支海流，其宽度在80公里以内。向北作为北赤道流的续流[参见 "赤道流系"]的黑潮和黑潮续流最终并入北太平洋洋流，围绕太平洋海盆的北边缘顺时针旋转。

当黑潮到达日本九州的南部时，部分水体沿九州西岸通过对马海峡进入日本海形成对马海流。在沿本州北端向东之前，主要水体则沿日本东南海岸向东北方向流动。离开日本海岸以后，黑潮分成两支，一支作为黑潮的续流继续向东，另一支向西南成为黑潮逆流。北太平洋海流是黑潮续流的继续，并逐渐向南，穿过太平洋后汇入加利福尼亚海流。

把黑潮描述成比较窄的且在流速为6节、流量为40—50×10^6米^3/秒的海流，在某些时候和地方，会给人造成错觉，因为黑潮与它的姐妹流——湾流一样，其流速随地区、时间和季节而变化，时常发展成蛇形弯曲，有时偏离主轴可达500公里。经过大约十年的研究表明，较大的海流均具有这样的特征。

黑线鳕(HADDOCK)

属于鳕形目(Gadiformes)，鳕科的一种海洋鱼的名称，与鳕有亲缘关系并与之很相似，不过尺寸较之小一些。黑线鳕是较重要的商业性鱼，出现在北大西洋和北冰洋。有时称为 finnan 或 finnan haddie。

等足类(ISOPODS)

甲壳纲、软甲亚纲和等足目中成员的俗称。软甲亚纲的种类包括虾、龙虾、蟹和石蟹等。其特征是：头部除大颚外，另有一对捕食肢，口位于大颚的后部。附肢明显地区分为胸、腹两组。

虽然已知约3000种等足类中有许多种是生活在陆地上的（如地鳖），并通常出现在腐烂的木头、树叶和岩石下潮湿的环境中，但大多数是海洋的。在世界海洋中，它们生活的范围从潮间带直到海洋中最深的深水处[参见 "栖息区域"]。

这些等足类体长往往不到3.8厘米。在最常见的属中，它们的食物包括木材（*Limnoria* 属），海藻（*Limnoria* 和 *Idothea* 属）以及动物的肉（*Cirolana* 和 *Cymothoa* 属）[参见 "藻类"]。

一种名叫团水虱（*Sphaeroma*）长为1.27厘米的等足类侵害红树林的根，这造成佛罗里达部分地区的红树林沼泽地区在收缩，这些树下面形成的泥碳已被侵蚀掉，并且有些岛屿已经消失。

雀鲷(光鳃鱼)[DAMSELFISH (demoirelle)]

是鲈形目(*Perciformes*)内的雀鲷科(*Pomacentridae*)的几种食肉性硬骨鱼类的名称。大部分雀鲷是较小的（其长度小于15厘米），身体略呈扁平，栖息在世界海洋中浅的热带水域中，特别是珊瑚礁和岩石的海岸周围[参见 "珊瑚礁"]。其中很多是颜色鲜艳的鱼，有些例如岩间豆娘鱼（*Abudefduf saxatilis*）具有条状的斑纹。

雀鲷有很多奇异的特性。例如有名的一种双锯鱼(*Amphiprion percula*)，它与海葵生活在一起，利用海葵触手上的刺细胞杀害其它鱼类。上述的双锯鱼和其它的雀鲷能和海葵建立亲善的关系，它们常常在海葵的触手之间扶养它们的家属。雀鲷类的另一特点是有些种能像桨一样或摇橹式地应用它们的胸鳍。

堡礁(BARRIER REEF)

见"珊瑚礁"。

锈(RUST)

见"腐蚀"。

锋面雾(FRONTAL FOG)

见"雾"。

氯度(CHLORINITY)

海水样品中氯离子含量近似的化学测定值[参见 "莫尔滴定法"]。以每千克海水样品的克数表示的氯度，其定义为沉淀0.3285233千克海水中的卤素所需要的纯银的量。因为卤素中除氯外尚有氟、溴、碘和砹，所以用经典的标准滴定法测得的氯度约为氯离子含量的1.00045倍。为了海洋学上的许多实际和理论的目的，可把海水的盐度或总含盐量（这个量是可变的）与测得的氯度(Cl)联系起来。这种关系通常用下面的方程式表示：

盐度（S, 10^{-3}）=1.80655×氯度(Cl, 10^{-3})

因此如测得氯度为19.378×10^{-3}（标准海水的值），则盐度即等于35.007×10^{-3}（=1.80655×19.378×10^{-3}）。目前已可用实验室盐度计（测定电导率）测定盐度，其准确度要比用经典的化学定量

分析方法所得到的高。物理海洋学家最初对盐度值感兴趣，是因为用它可以计算海水的密度，后者无论在现场还是在实验室都是一个比较难以用其它方法准确得到的值。样品的电导率可与盐度和密度联系起来，除温度外，它是最常测定的海水物理化学性质之一。

参见 “海洋仪器”。

氮循环(NITROGEN CYCLE)

自然界的氮循环是这样一种体系：大气中的气态分子氮（N_2）由特殊的生物所捕获，并使之转化固定（还可通过离子化作用例如宇宙辐射、流星雨、闪电作用和工业过程实现）为含氮化合物。然后这类化合物为高等植物所利用，最后为动物所利用。这些植物和动物死去之后，经过一系列过程又把这种固定的氮转移到土壤和水中。这里氮可通过新生的植物和动物再循环或分解为气态氮而返回大气中。

世界大洋中全部氮的65—70%左右为硝酸根。海水中NO_3^-的平均浓度约为450毫克氮/米^3。氮在海水中以多种形态存在，如下所列。

- 分子氮来源于大气。
- 各种复杂的有机氮由活体生物排出，或者是死去生物体的分解产物。
- 铵离子主要来自有机物质的分解。
- 硝酸根、亚硝酸根和氮的其它氧化物由铵离子分步氧化而来。闪电对大气氮的固定可能也是重要的。

根据海洋生物学和化学过程的研究结果，已能对9种不同氧化态的氮（由N^{3-}到N^{5+}）作出解释。

分子态氮（N_2）在大气中占79%，为整个生物界制造蛋白质、核酸和其它含氮化合物所需。但它不能为绝大多数活体生物所直接利用。氮首先为少数几种微生物所固定，这种生物学过程把NH_4^+（铵离子）氧化（主要包括由一种物质夺取电子的过程）为NO_2^-（亚硝酸根离子）或把NO_2^-氧化成NO_3^-（硝酸根离子）。

作为这种氮循环与海洋的联系，河流和降雨将NH_4^+和NO_3^-带入海洋。大气中的电离现象所固定的氮也进入大洋水中。此外，海水中存在的气态溶解氮可因生物或细菌的作用而转化（或固定）。然后，这类含氮物质为海洋植物和动物所吸收和利用。这些植物和动物死亡之后，有些无生命的有机物质变成沉积物的一部分，有些为海洋藻类、随后又为海洋动物所利用。多数植物都能吸收三种形式的氮——NH_4^+、NO_2^-和NO_3^-；但动物废弃物中的大部分可溶性和颗粒性的含氮化合物，首先是被细菌作用而遭分解破坏[参见“颗粒物质”]。在此过程中无机氮（亚硝酸盐和硝酸盐）被还原（主要是加入电子）成气态化合物，例如分子氮或氧化亚氮，它们被释放到大气中。

与陆地上发生的过程相比，海洋环境中的生物固氮过程是微不足道的。并且海水中氮化合物（NH_4^+、NO_2^-和NO_3^-）的浓度随深度、海域和季节而变化很大，这由生物区系所决定。虽然海洋中氮循环的许多错综复杂的情况大部分还是未知的，但是一些权威人士认为，气态氮自海水中释出而返回大气这件事是幸运的。虽然以有机物质生物化学氧化过程产物的形式移去的氮量比较少，但是如果没有这种脱氮作用，大气中大部分氮可能都将被收容到海洋沉积物中去。此外，如果无脱氮菌存在，海水会具有更强的酸性，将导致海洋中的碳酸根离子转化为二氧化碳放出来。这种脱氮作用大多发生在大洋缺氧（基本上没有溶解氧）的水中，这种水域的循环受到限制，氧的消耗量超过了释出量。

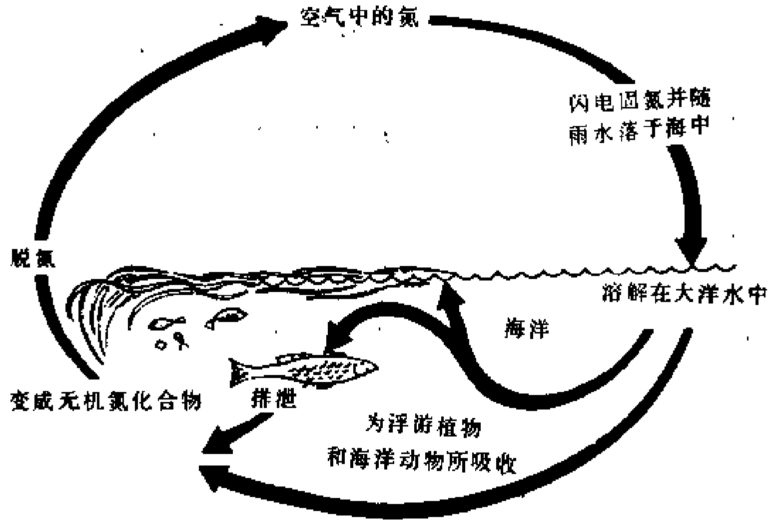


图 氮循环。大气氮为闪电作用的能量所固定，即形成含氮的化合物，这些化合物随降雨而溶解于海洋中，并为海洋生物所吸收。排出的有机物质分解为无机氮化合物，后者经过脱氮作用而以分子氮的形式返回大气中

短裸藻毒素(GYMBRETOXIN)

在一定的年代内，在"腰(沟)鞭毛藻"(Dinoflagellates)中发现的一种烈性神经毒素。拉丁语为 Gymnodium Brevis [参见 "赤潮"]。

短周期重力波（ULTRA-GRAVITY WAVES）

见"波"。

腕足类(BRACHIOPODS)

腕足类完全是海洋性的，它们是在中间纵向平面上对称安置但又不同的双壳肠体腔动物。这些无脊椎动物是很小的，独特地依靠后部的肉柱或肉茎附着在基质上。在前部两壳之间常形成较大的套腔，腔内悬挂着从前部体壁向前伸出的丝状摄食器官或称触手冠。整个壳或动物的套子和古代罗马的灯相似，因此这些动物又称为灯贝。

约在 3—5 亿年前，腕足类在古代的海洋底层上很繁盛，今天它们中的许多种已在化石中发现，但是，约有二、三百种腕足类至今还残存着。这些动物虽然具有简单的内部结构，但却与蛤相似，并且它们的铰接贝壳形成动物的顶部和底部，而不是左右两半。贝壳在一边张开，显露出壳内的过滤器，水从过滤器的两侧进入又从过滤器中心的小孔流出。

腕足类经常出现在大陆架水底。*Pelagodescus atlanticus* 是世界海洋中最多且分布也最广的种。大部分种类摄食碎屑和浮游生物。

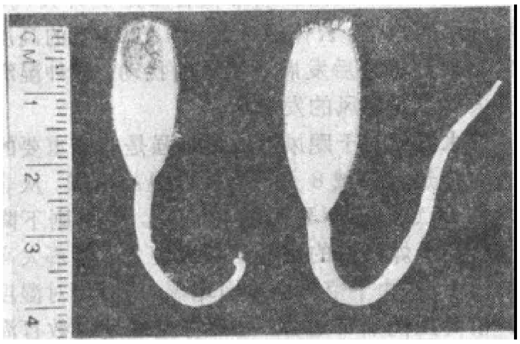


图　两个腕足类（动物）并立在米尺之旁以显示它们的（大小）尺寸。腹腔内有摄食器官，在左侧动物中有两壳之间张开的间隙（美国国家海洋与大气局）

腔肠动物或刺胞动物（COELENTERATES or CNIDARIANS）

主要是指属于刺胞动物亚门或腔肠动物门的海洋动物。这类动物的特征是构造简单，通常有一圈触手长在嘴上，腔肠具有称为刺细胞的螫刺细胞。腔肠动物和刺胞动物这两个名词是同义词，目前，大多数权威人士爱用刺胞这个名词。

作为一个门，刺胞动物主要由海洋动物的三个纲组成的。

1. 水螅纲（Hydrozoa）。包括 5 个目，2700 多个种的海洋水螅类、淡水水螅、较小的水母、特种珊瑚以及管水母类（Siphonophores）。僧帽水母（*Physalia physalia*）是人们熟知的管水母，硬角多孔螅（*Millepora alcicornis*）是特种珊瑚的代表。

2. 钵水母纲（Scyphozoa）。主要包括大的水母（jellyfish），如典型的普通海蜇（*Aurelia aurita*）。

3. 珊瑚纲（*Anthozoa*）。海葵和大多数珊瑚属于这一纲，包括 6000 种以上的海洋品种。

刺胞动物主要有两种体型，即水螅型（polyp）和水母型（medusa）。在这两种类型中有许多共同的特征，最明显的外形特点在于两者都是辐射对称的，纵向剖面将显示出相同的两半。水螅型或水螅类通常形同一个一端开孔的圆柱体，嘴和触手处于前端开孔的地方，闭合的或基盘一端往往直接或从一根状的生长物附着在一些基质物上。水螅型的外面包有一层外层表皮并衬有一层第二组织层，肠皮两层主要由一非细胞层，即中胶层所连接。自由游泳的水母如同一口钟或伞状胶质的波形物体凸起的表面在顶上，嘴悬挂在钟的内侧中心部分或在一个短的突出物或垂管（manubrium）上。口延伸到中部的胃，胃在动物内部产生网状的沟渠。触手处在钟的边缘上。

刺胞动物是食肉的，它主要摄食小鱼和其卵、小的甲壳类、软体动物、桡足类和其他刺胞动物。软体动物捕捉食物时，利用触手把捕捉的食物送入口中，触手是具有麻痹和沾粘能力的腺细胞（nematocysts）。刺胞动物的生殖可以是无性的（即由生芽或由从一个生活实体分裂出细胞形成新的个体）或有性的（由两个性质不同的实体如配子，脱落到水中而受精）。

飓风(HURRICANE)

一种具有气旋风模式的热带风暴（北半球反时针旋转，南半球顺时针旋转），其风速超过 119 公里/小时。通常被称为"海洋的气象怪物"的飓风，在其掠过的范围内具有极大的破坏性。这种扰动具有的直径范围从小于 161 公里到 1609 公里。围绕相对比较平静的地区，即所谓"风眼"旋转，其风速为 119—362 公里/小时。

飓风形成于大西洋、太平洋和印度洋的热带地区，时常生成于 6—10 月之间，在 5 月和 11 月比较少，而在一年的其他月份中则十分罕见。菲律宾以东的北太平洋南部是世界上飓风生成最多的海域，平均每年为 20 个，北大西洋为 7 个，北印度洋为 7.5 个，南印度洋为 6 个。在南太平洋和南大西洋西经 140°以东，没有发生过飓风。

飓风通常是指大西洋上的风暴，而同样的风暴在太平洋上称为台风，印度洋上的称为热带气旋，而在澳大利亚则称为威利气旋。飓风的名称来源于西

班牙语 *huracán*，西班牙语是从加勒比—印第安民族语言沿袭下来的。例如，雅马人称他们的风暴神为 *Hunraken*，而 *Hunraken* 却又是危地马拉的雷电神。其他民族则用 *aracan*，*urican* 和 *huiranvucan* 称呼飓风。

对于指定的飓风，区别与其他飓风的最老的方法是以经度和纬度确定其路径。但这是非常不方便的。数百年来，加勒比地区的飓风都是以它在圣徒节所到的有人居住的地区的名字命名的。第二次世界大战期间，军队开始使用标音字母称呼太平洋上的台风（如Abee，Baker，Chareie等）。第一次在文件中使用女孩的名字命名飓风是由 Randon House 于 1941 年对 George R. Sterwart's 的一个新的风暴。第二次世界大战结束时，美国海军、陆军和空军也开始使用女孩的名字并参照最简单的标音字母的方法命名台风。每年美国气象局、海军和空军天气服务局制定名称标记表，风暴季节的第一个由 *A* 开始，第二个名称以 *B* 开始，以此类推。但是，区别每年的名称是很不方便的，因为大约十年就重复一次。然而，特别的飓风的名称在很长一段时间内不再重复。

局部的用法引起了某些术语的混乱，如气旋、反气旋、龙卷风、水龙卷风和旋风。例如，在米德韦斯特，龙卷风时常被称为气旋，而龙卷风和飓风在其他地区也时常交替使用。

气旋这个词来源希腊字 *kyklos*，意思是“蛇的卷曲”，这是 H. 皮丁顿在 1839 年造的词，那时他在印度研究热带暴风。气旋是一个旋转风系（除龙卷风、水龙卷和旋风外），在这个风系中，风螺旋式上升，所覆盖的地区呈典型的环状或椭圆状，该地区的直径为 80—1600 公里。在此区域内，气压自外向扰动中心（或称“眼”）逐渐降低。气旋分为热带气旋和温带气旋，但属哪一类，主要取决于周围气团的特性。飓风为热带气旋。

反气旋，顾名思义，是和气旋相反的，也就是高压区在中心，而风在所有方向上螺旋式向外。从反气旋来的风不是暴风，由于下沉的空气比较干燥，通常是好天气，而接近稳定的大的反气旋，诸如亚速尔-百慕大北大西洋高压，对全球的天气具有深刻影响。

龙卷风是以漏斗云为特征的，漏斗云底可能到达地面，也可能不到达地面。在美国的龙卷风的漏斗云不到达地面，其平均行程为 366 米宽，26 公里长。这种风反时针旋转，其风速估计为 724—805 公里/小时。地面以上龙卷风的速度从 0 到 64 公里/小时。可以认为，龙卷风是自然界最厉害的风暴。

水龙卷类似于龙卷风，只是它形成于水域之上，其强度也稍差。水龙卷并不对航行的船只构成威胁，水龙卷上岸后也只会带来不太严重的损害。在大洋上，漏斗中的盐水也仅仅升高几英尺，余剩的是凝聚产生的淡水。

旋风（尘卷）类似于小规模的龙卷风，一直常发生在晴朗的天气，只是由于尘埃才变得明显。旋风的直径由几英寸到几英尺，并且很少造成损害。

虽然在 1743 年 B. 富兰克林就认识到，暴风从一地点到另一地点的运动，与表面盛行风相反，1831 年 W.C. 雷德菲尔德又第一个认识到这种扰动的涡旋性质，但是，科学家们至今仍没有确定飓风形成的全部细节。已知的只是产生和维持飓风所需要的若干气象学和海洋学参数。但是，即使是所有这些参数都具备，也并不会总是产生飓风。因而，形成飓风的过程是异常敏感的，并且扰动一产生，就开始自尽。

半球天气内的主要特征是存在着相对稳定的高压环，或者是反气旋，其中心位置在赤道南北大约 30°左右的纬度上。在北大西洋，被称为亚速尔-百慕大高压，中心位置在亚速尔西南，但是其范围从西班牙扩展到美国的东南部。高压以各种风的类型为边界，该风类型类似于围绕马尾藻海的大洋环流。高压北部、东北部为盛行西风带，其南边为充分发展的东风带。高压在夏季发展得最强，八月份达到顶峰。高压的位置与太阳的倾角有关，夏季在北纬 6°—8°间运动，由于高压受周围各种力的作用，也产生南北振动，但是，任一高压的位置不断地偏离正常位置，似乎对飓风的形成都有贡献。高压可延伸到 15240 米的高度，其轴向南倾斜 5°。

在北半球和南半球高压环之间，存在着热带辐合带（ITCZ）或称为赤道无风带。它是两半球盛行风沿着辐合线辐聚的地带。北半球的东北风、东风和南半球的东南、西南风辐聚。热带辐合带的位置也受到太阳倾角的影响，8 月份在赤道以北 12°，2 月份在赤道 1°—5°以内。热带辐合带是上升大气、云量和降水的地带，云体通常升到 12 192 米的高度。时常出现许多最后发展成飓风的扰动，这种湿润的上升大气带是飓风的发源地。

海水温度对于飓风形成和加强是非常重要的。北大西洋热带海域 8 月份表面水温的范围，从非洲沿岸的 25℃到墨西哥湾的 29.4℃，冬季则下降到 23.3℃。干燥而重的空气沿着亚速尔-百慕大高压的周围下沉，由于空气压缩而增温，从而相对湿度下降。沿高压的热带边界，这部分空气越过数百海里的温暖海面。假如这部分空气比海水只升高 0.56℃，它将使海水蒸发，并载着大量的水升到数百英尺的高度。这个过程就为飓风的形成准备了水气和热量。飓风一旦运动到冷水区域，能量就开始消耗，这就是飓风不会在低于 26℃的水面上形成的依据。

地表层的潮湿大气层之上有一逆温层，它将地表层的潮湿空气与自高压下沉且干燥的空气分隔开。上面和下面的大气温暖。该逆温层的高度为 1524—2438 米，由于逆温层的作用，其下为一稳定层。

上述状况提供了飓风形成的基本条件。现在必需的是，通过低压槽，即众所周知的东风波向西的移

动，或者通过罕见的强大极地气团（极地低压槽）的移入，促使逆温层瓦解，允许湿润的表层空气上升。一旦逆温层被破坏，湿润的表层空气开始上升，并且以新的反时针旋转的气旋代替它。假若存在这样的条件，即空气通过破口垂直上升以后，迅速扩散，不再阻碍后面的空气上升，此时一个飓风将生成。飓风能否发育成熟和维持下去，则取决于能不能具备供应其足够能量的条件。



图 1　格拉迪丝飓风以 80 节的速度在旋转，这是自"阿波罗-7"宇宙飞船上拍摄的照片，在古巴上空向西南方向运动。在北半球旋转方向是反时针的



图 2　自海上喷起的一对水柱。水柱中海水只有数米，其余的则是旋转空气中凝集水。水柱难得被破坏，以致在它们通过船时也不会消失

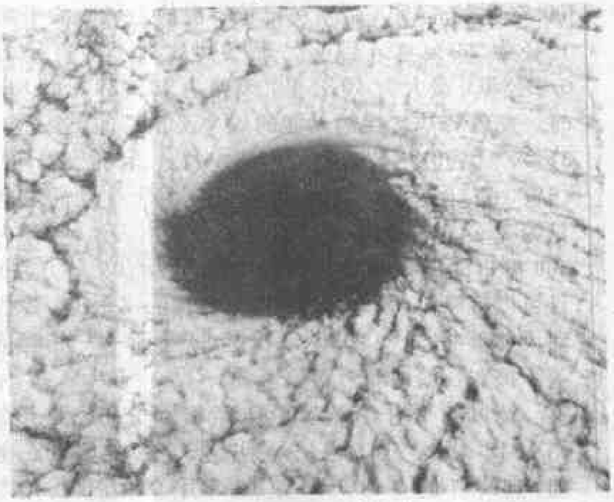


图 3　这个大气倾斜洞是在加利福尼亚沿岸圣卡塔利纳岛附近非常罕见的云型。它没有构成飓风，但是很好的"眼"却是与飓风眼一样

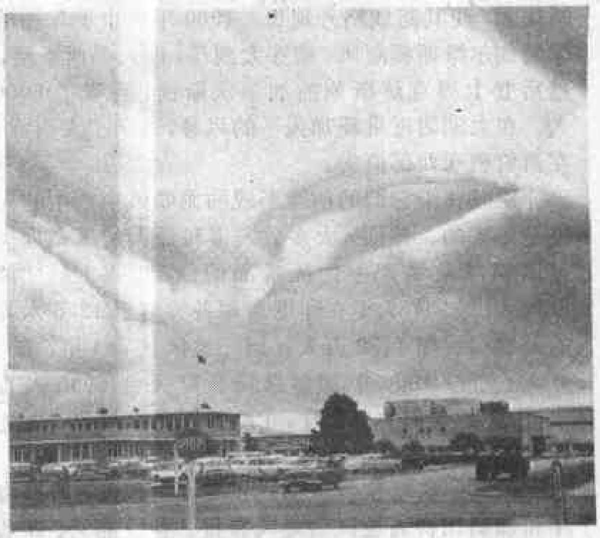


图 4　锋前飑线上形成的滚轴云的前缘在佛罗里达的杰克森维尔上空移动

飓风实际上是一热机。暖的湿空气上升，并扩展、冷却，达到它的饱和点时，部分水气凝结。凝结时释放出凝结潜热，再传递给周围的空气，使其更迅速地上升。现在的干燥空气，在破口顶端与周围空气混合，并且开始下沉。下沉时，由于压缩而重新增热，又成为扰动。这个过程形成温度梯度，温度向扰动中心增加，并在扰动中心构成一热核心供该温度梯度产生高风速所需的动能。

飓风一旦形成，立即围绕高压环边缘做顺时针运动，首先向西，然后向北，最终转向东（北半球）。风暴的路程类似于沿美国东海岸流动的湾流，主要是由于科里奥利力的作用的结果。当普通的风暴成熟时，它的飓风风力的直径在 160 公里左右，风速为

64—119 公里/小时的大风风力波及到直径为 563—644 公里的范围。而相对比较平静的飓风眼的平均直径为 23 公里。目前已观察到的最小的直径为 6.4 公里，最大为 40 公里，风速为 16—32 公里/小时。飓风将热转换为动能的效率是很低的（接近于 3%），但是仍相当于我们生活中每一天可能生产的 16×10^{12} 千瓦小时的能量，而美国每天生产的电能只为 2×10^{9} 千瓦小时。用另一种方法表示，直径为 500 海里的飓风释放出的潜在热能为 10^{12} 马力，并且可以持续 10 天。或者，用更现代的术语说，普通飓风能够将 20×10^{9} 吨水抬起 24 小时——其能量等于掷在长崎的 5 万颗原子弹。

飓风的平均寿命为 9 天，而 8 月份飓风的寿命则为 12 天。当然，也记录到更长寿命的飓风。例如，1893 年的 *San Ciriaco* 飓风，8 月 3 日在佛得角产生，8 月 8 日横过波多黎各，8 月 16—18 日通过巴哈马和哈特勒斯角，并且在天气图上标明在 9 月 6 日到达亚速尔附近。这个飓风持续了 5 个星期，给工农业带来了巨大的灾害。同样，某些飓风沿路线不断加强，使其路线格外地长。1900 年产生于非洲沿岸的加尔维斯顿飓风，横穿大西洋，进入墨西哥湾，然后登上得克萨斯州的加尔沃斯顿，吞噬了 6000 人。在大湖附近重新加强了的风暴，返回了大西洋，在西伯利亚西部消失。

飓风和沿它们的前缘形成的龙卷风所产生的灾害是巨大的。然而，大多数灾害和最大的生命损失是因飓风前缘产生的风暴潮的结果［参见 “波浪”］。例如 1737 年在印度加尔各答附近 12.5 米高的风暴潮吞噬了 30 万人。同一地区，1864 年，有 5 万人丧生。1900 年加尔维斯顿飓风使 6000 人丧生，主要是溺死的。同样，在路易斯安娜州 500 人死于 1957 年的奥德丽飓风。

美国国家气象服务局提供墨西哥湾、美国东海岸和加勒比群岛地区的飓风警报。各种船只、商业和气象服务飞机装备了气球和雷达，以判断和确定飓风移动的途径。卫星作为更现代化的设备，为判断和跟踪飓风提供可靠的最新资料。1960 年 4 月“希洛斯-1”号实验天气卫星用电视跟踪澳大利亚布里斯班以东 1287 公里充分成长的台风。

气象局发出三种警报：(1) 发出飓风警告，提出 36 小时内可能造成的风灾和水灾；(2) 向沿岸各州和航海爱好者发出大风警报，报告 24 小时内的风力等级（64—119 公里/小时），时常预报飓风所经过地区的风力级；(3) 预报 88 公里/小时或更高风力在 24 小时内的路径，提出紧急警报。

鲀（PUFFERFISH）［又名河豚、气鼓子鱼，鯸鲐（puffer，blowfish，globefish，swellfish）］

是鲀形目（Tetrodontiformes）鲀科（Tetrodontidae 原文的意思是“四齿”）中一种游得慢的鱼；广泛分布于世界热带海洋中，通常生活在珊瑚礁间。虽然也有一些种类栖息于大洋中，而有些生活于像尼罗河和刚果河这样的大河中。

河豚都能使自己身体膨胀超过正常大小两倍以上，以增加自卫的能力。其正常体长通常约为 30.5—61 厘米。这种膨胀是由于将气或水纳入无骨的体内的囊中形成的。无骨的身体由于这些充满了气或水的囊而膨胀起来。其皮肤通常长满了棘刺，当这种鱼把自己吹鼓起来的时候，这些棘刺便竖直了起来。

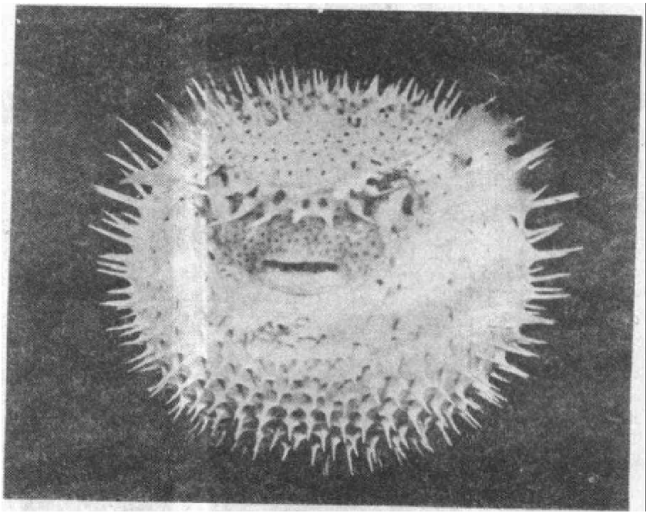


图 一尾六斑刺鲀，与鲀有很近的亲缘关系，由于吸入水使自己鼓胀起来。当这种情况发生时，周身尖锐的棘刺都变成竖直的，并形成一种令人生畏的自卫武器

游得慢的鱼是由于它们缺乏大多数鱼通常在后半部所具有的游泳肌，河豚鱼利用左右摇摆其背鳍和臀鳍，并得到胸鳍的一些帮助，以推动它们自己；尾鳍只做为一个舵用。

这种鱼的牙齿像刺鲀（同一目的成员，但属于刺鲀科）的牙齿那样融合成一个喙。每个颚中的两个上、下齿用以咬碎软体动物和部分珊瑚［参见 “软体动物”］。河豚鱼将这些生物的活的部分连同其它如蟹、蠕虫、藤壶等海洋生物一道吞食。

河豚鱼对人类极为有毒，不能食用。虽然在烹调前加以专门处理，其危险性可大大减小，但由于这种鱼的不同部位含有强力的神经毒素［河鲀毒素（tetrodotoxin）］，被毒死的危险仍然是存在的。

鲀科鱼（SWELLFISH）

见“鲀”。

魣（BARRAUDAS）

大约 20 种属于鲈形目中的魣属（*Sphyraena*）［魣科（Sphyraenidae）］的统称。它们广泛分布在世界海洋的热带和亚热带水域中。大的或食肉性魣（*Sphyraena barracuda*）出现在巴西外海、加勒比

海、佛罗里达外海和从红海到夏威夷群岛的印度-太平洋水域中。魣游泳敏捷，形如潜艇，身长往往达1.8—2.4米，且具有长而凸出的下颌。下颌上长有许多长而尖锐的犬齿状牙齿，在有些地区人们认为这种鱼比鲨鱼更可怕。这类鱼对游泳者是有危险的，这种坏名声尽管尚有争议，但魣确实是一种行动不可预测的、凶猛的食肉性鱼类。它们猎取食物大部分依靠视觉而不像鲨鱼那样依靠嗅觉。魣往往不加区别地袭击光亮而移动的物品，也曾袭击过水中的人[参见 "鲨鱼"]。

栖息在西北大西洋北部的魣，其长度为46厘米，但地中海和东部大西洋的欧洲魣长度可到0.9米。其他种有印度洋的印度魣和孔氏魣(Commerson's barracuda)以及加利福尼亚魣。

魣和隆头鱼(Wrasse fish)建立了共生关系，这种关系对两者都有利。隆头鱼毫不畏惧地游入魣的口中，并在魣的匕首样锋利的牙齿之间摄食寄生在口中繁殖的细菌以保持寄主不受细菌感染。

虽然所有的魣被认为是美味的食品鱼，但在某个时期能变为有毒。这种情况是由毒素所引起的，这毒素起源于有毒藻类和硅藻，而这些藻类和硅藻又被吃植物或草的食草鱼摄取，然后，这种鱼又为食肉性的鱼如魣们把这种毒素叫做雪卡毒素。

鼠海豚(PORPOISE)

有时称为海豚(Dolphin)，是鲸目、鼠海豚科(Phocaenidae)的海洋哺乳动物许多种中任何一种，具有一张平滑、无毛、厚厚的皮肤，一对小的前肢和一个极为发达的声呐系统。应当注意，英文Dolphin(海豚)一词也应用于一种真正的鱼名上，如Dolphin fish(鲯鳅)(*Coryphaena hippurus* 和 *C. equiselis*)。而且，在英文中 *porpoise*(鼠海豚)和 *dolphin*(海豚)两词往往可以相互交替使用。严格地讲，海豚是鲸类，它们与鼠海豚不仅具有形态上的基本的差异，而且根据分类学与鼠海豚分别归在不同的属科上。两者都与鲸有亲缘关系，并分在同一总科中(Dolphinoidae)，然而，海豚和鼠海豚却分别分在两个不同的海豚科(Dolphinidae)和鼠海豚科(Phocaenidae)内。在鼠海豚科里有三个属，而在海豚科里有四个亚科和十三个属。鼠海豚科中的大西洋鼠海豚(*Phocaena phocaena*)和海豚科的大西洋宽吻海豚(*Tursiops truncatus*)是最具有代表性的，也是很出名的。最大的海豚是海豚科中的虎鲸(*Orcinus orca*)。这些动物的雄性可长大到近10米，雌性近6米。它们结伙捕猎，而且是唯一捕食其它海洋哺乳动物(如海豹)和其它鲸类的鲸。

鼠海豚由鼠海豚科内不多的几个种构成，它与在海豚科中大约有33种称为海豚的鲸类哺乳动物大不相同。鼠海豚与海豚之间的嘴型不同——前者呈钝形结构，而后者有明显的喙，而且鼠海豚的牙齿呈铲状，与海豚的圆锥形牙齿不同。

虽然一般可以说，这些动物见于几乎世界所有海洋中，特别是温带和热带的海域和河流中，但两者的各个种的特定分布区变化很大。

鼠海豚的代表是大西洋鼠海豚(*Phocaena phocaena*)，它是一种上黑下白，长约2米的鲸目动物，见于北大西洋、北海和波罗的海。稍微典型的海豚是宽吻海豚(*Tursiops truncatus*)(通常在美国称为鼠海豚)。这种动物长达3.5米，见于地中海和北大西洋。

已知鼠海豚和海豚是优秀的游泳能手。大多数在短时间内每小时可达48公里多，曾观察到当鼠海豚在船的前方游泳时，利用艏波作为附加速度，时速达64公里。它们是很聪明的，并具有异常的模仿人声音的能力。有趣的是，最早描述这种发声行为的是亚里士多德(公元前384—322年)，并记载于《动物史》(Historia Animalium)中。C.P.西康达斯(公元23—79年)也写道，海豚发出一种近似人类发出的悲叹声或鸣咽声。当今的证据确切地表明，一只海豚经过一段长时间的驯养(例如在科学试验室和海洋水族馆内)除了可以与其它海豚进行声音交流外，还可以学会与人进行声音的交流。在学习这种行为时第一步，海豚开始用一边的鼻孔在空气中敞开发出卡嗒声、呼哨声和喇叭声。在其自然栖息地发现宽吻海豚处于困境时，可以发出忧伤的呼叫。这种呼叫本身由两部分组成，先是一个升频率的呼哨，随后是一个降频率的呼哨。这两部分在基频上至少从3000赫变到16千赫。通常只有单个海豚在肉体上陷于困境时，才发出这种呼哨声，周围的海豚听到这种哨声马上冲到发出呼哨声的海豚处予以帮助。马上把它推出水面，让它呼吸。通常第一下呼吸后接着是被困动物与救援者之间交换呼哨声与卡嗒声。随后，第二步就是针对引起困扰的特殊原因而采取的战术。

大多数鼠海豚和海豚其用于平衡和驾驶的前肢具有骨骼。其尾不像鱼的尾巴，因为它们的尾巴是上下摆动而不是左右摆动来推进的。在头的顶上有一喷水孔——一个直径约为2.5厘米的呼吸器官，具备内、外瓣门封闭住外面的水。其肺系统类似人的肺，当一头鼠海豚间歇地浮出水面(因为它必须这样以取得空气)，它把喷水孔尽量敞开，在不到半秒钟的时间内吸入3.8—9.5升的空气。

它们经过一年妊娠期后生产出其幼仔。大多数成大群地在海洋中一块进行猎捕，追逐柔鱼和鲱鱼、沙丁鱼以及鲭鱼群。

对它们不幸的是，海豚和鼠海豚具有与黄鳍金枪鱼群在一起游泳的习性。金枪鱼是价值很高的商品鱼类，特别是在美国，渔工使用大型围网捕捞金枪鱼。因而，海豚与鼠海豚无意地也被捕上来。在1972—1977年期间估计约70余万这种动物在这种情况下被捕杀。不过，1978年死亡大约是15000条。

参见 "神话与传奇"。

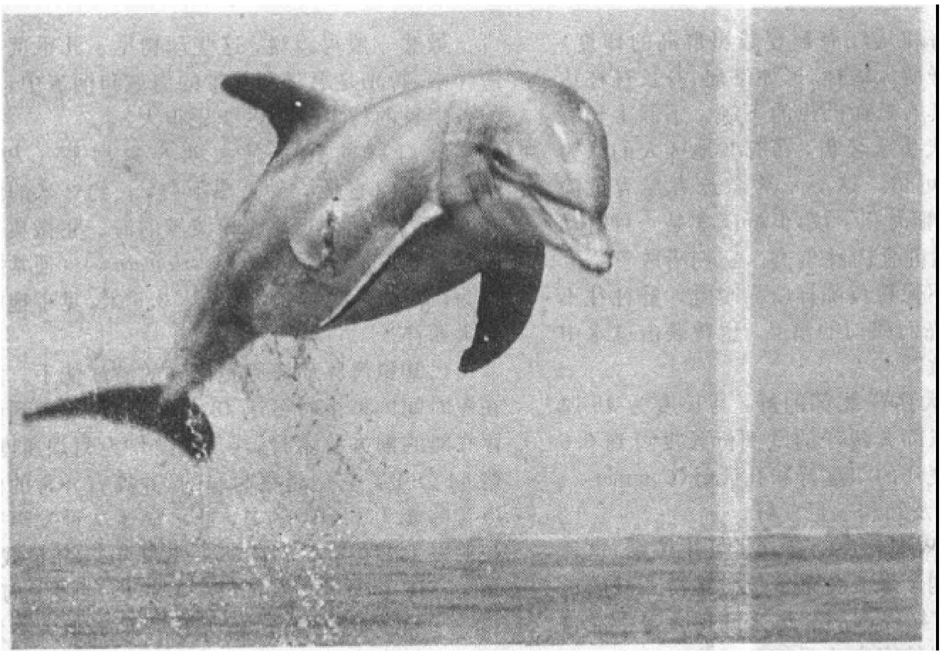


图 1　一只跳起来的鼠海豚跳跃在空中时洒落下小水滴



图 2　一只经过训练的鼠海豚推一个在船边的蜂鸣器执行任务

缅甸海（BURMA SEA）

见"安达曼海"。

13 画

滨螺(PERIWINKLES)

小型腹足类滨螺科(Lifforinidae)的统称。本科约80种，广泛分布于温水和冷水水域。壳圆锥形，有螺旋。

参见 “帽贝与笠贝”。

溯河性鱼类(ANADROMOUS FISH)

指一生中大部分时间在海洋中摄食生活、而只在淡水中产卵的任何一种海水鱼。具有溯河习性的鱼类有鲑鱼、鲟鱼、鲥鱼、鲈鱼和海及河八目鳗。在世界海洋中最重要的商业性溯河鱼是鲑鱼[参见“商业性海洋捕鱼”]。溯河性鱼的典型——鲑鱼，当它们回归到淡水中产卵前，在海洋中要栖息数年之久。有趣的是，它们返回的淡水水域是它们孵化出来时的同一条河流。

这类鱼的另一个特征是具有从海水中迁移至淡水中的生存能力。在有鲑鱼的场所，幼年的亲鱼必须在淡水中生活到它们的鳃中产生分泌盐分的细胞为止。一旦这一进程完成后，它们就具备了一种特定的肾脏构造，以保证它们进入海洋环境如同在淡水中一样，这样，当成鱼再次回归到淡水河流中产卵时就不会有什么困难了。但是，大西洋鲑与太平洋鲑还不同，太平洋鲑在回归到淡水水域中时，它们血液的渗透浓度有所减低，这样，随同这一个不可逆的化学变化，太平洋鲑变得消瘦并在淡水中产卵后死去。

参见 “鱼”；“渗透”。

塞兰海(CERAM SEA)

位于西太平洋苏拉威西(西里伯斯)岛与新几内亚之间。北和东北部，从瑟林群岛经奥比马贾尔、都保里、凯凯克、香蕉群岛和科菲奥群岛到新几内亚的西角，并沿海岸到纳马里皮角的连线为界；从此连线经塞兰到布鲁的西北角为南边界；从布鲁经萨纳纳岛到敏俄里岛的连线为西界。塞兰海总面积为18.7万平方公里，容积为22.7万立方公里，平均水深为1209米。

有的地图把塞兰海的西部标成布鲁海，但多数海洋学家不赞成把布鲁海单独作为一个海。布鲁海盆位于西部，水深在3000米以上。该海盆内有好几支东西向海脊，地形较为复杂。太平洋水流入塞兰海后，经利法马托拉海峡流向印度洋。

裸鳃(NUDIBRANCH)

裸鳃这一名称的意义是裸露的鳃，是指没有壳和套腔，鳃的大小和形状不一的软体动物。海洋后鳃类是裸鳃类动物[参见 “软体动物”]。

福克兰海流(FALKLAND CURRENT)

起源于南美洲南端附近，自福克兰群岛(我国现译为马尔维纳斯群岛。——译注)和阿根廷沿岸之间向北流，在拉普拉塔河附近与向南流的巴西海流汇合，然后转向东，穿过大西洋成为南大西洋海流。

鲎(HORSESHOE CRAB)

是构成剑尾亚纲(Xyphosurida)特别是亚类(Limulida)的节肢动物的统称。

参见 “蟹”。

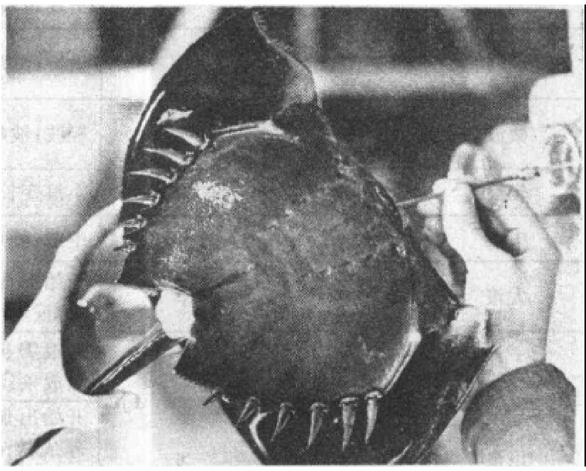


图 鲎这一海洋动物(不是真正的蟹)生活在海底并以摄取种类繁多的植物或动物为生。北美洲鲎在美国东部大西洋沿岸水域内常见

蓝鳕(GREENLINGS)

见“鳕”。

蒲氏风级(BEAUFORT WIND SCALE)

测定风速的一种计量系统，它是由英国的一位著名水文学家波弗特爵士于1806年提出来的。当

近代蒲氏风级表

等级	风速 节	风速 公里/时	航海术语	美国天气局术语	水道测量局 波浪术语	水道测量局 波高(英尺)	水道测量局 编码
0	<1	<1	静稳	软风	静稳	0	0
1	1—3	1—5	软风		微波	<1	1
2	4—6	6—11	轻风		轻浪	1—3	2
3	7—10	12—19	微风	微风	中浪	3—5	3
4	11—16	20—28	和风	和风	大浪	5—8	4
5	17—21	29—38	清劲风	清风			
6	22—27	39—49	强风	强风			
7	28—33	50—61	疾风		巨浪	8—12	5
8	34—40	62—74	大风	大风			
9	41—47	75—88	烈风		狂浪	12—20	6
10	48—55	89—102	狂风	狂风	狂涛	20—40	7
11	56—63	103—117	暴风		怒涛	>40	8
12	64—71	118—133	飓风	飓风	暴涛		9
13	72—80	134—149					
14	81—89	150—166					
15	90—99	167—186					
16	100—108	187—201					
17	109—118	202—220					

国际上波浪 术语	波高	编码	估计风速 海面征状	估计风速 陆地征状
海面平静如镜	0	0	海面如镜	无风,青烟直上
			出现鱼鳞状涟漪,波峰无泡沫状	烟能表示风向,风向标不动
涟漪状	0—1	1	微波;波峰呈玻璃状,但不破碎	人面感觉有风;树叶沙沙作响;风向标开始转动
微波	1—2	2	轻波;波峰开始破碎,白浪花散漫	树叶、细枝恒动,轻旗飘展
轻浪	2—4	3	小浪变长,多白浪花	烟尘、树叶,纸片飘升,树枝始动
中浪	4—8	4	中浪;峰形变长,多白浪花和飞沫	有叶小树摇动
大浪	8—13	5	开始形成大浪,白色飞沫到处可见,浪花溅溅	大树枝摇动,电线呼呼作响
巨浪	13—20	6	风浪腾起,破碎浪白色飞沫被风吹成条纹状	全树摇动,迎风行走感到有阻力
			开始出现长峰大浪,波峰边缘破碎成浪花,飞沫沿风向被吹成明显条纹状	小树枝被折断,人向前行走阻力甚大
			形成大浪,风浪开始滚卷,飞沫形成浓密条纹,溅溅浪花减少能见度	轻便建筑受破坏、房顶瓦片被刮走
狂浪	20—30	7	出现长卷峰的非常大浪,飞沫被风刮成浓密条纹,海面呈白色,咆哮轰鸣,能见度减小	陆上罕见,树木被折断或拔起,建筑物被大量摧毁
狂涛	30—45	8	出现异常大浪;海面布满一块块白沫;能见度大为减小	陆上极少见,一旦出现,必受普遍性的摧毁
现象异常	>45	9	空中充满飞沫,浪花溅溅,整个海面完全变成白色,能见度显著减小	

时，风帆是利用各种不同风速有效地推动战舰帆船快速航行的主要设备，他所提出的风级表有助于确定应挂多大的风帆。后来，随着蒸汽机的出现，风级表变得更能适应现代化的装备。现在的风级表，已使蒲氏风力（或风级）与风速相对应，对各级风都用术语加以说明，标出陆上地面目标物的征状和海面征状。现将最新的蒲氏风级表列于前。

蒸气压(VAPOR PRESSURE)

由已知蒸气分子产生的压力。对于纯水，是有限的蒸气作用在容器壁上的压力；对于混合蒸气，则为蒸气压对总压力的贡献（也就是分压力）。

蒸气压的作用在海洋－大气之间是十分重要的。各种能量状态的流体——液体（海水）和气体（大气）之间存在着自由边界层，虽然边界层妨碍了两层之间的能量和物质的交换，但是交换并没有完全停止。交换中，热量和水蒸气通过边界层从海洋迁移到大气。首先，主要交换形式是海水的蒸发过程。蒸发量依赖于大气中水蒸气和海水蒸气之间的压力差。蒸气压随温度的升高而增加，分压则随温度的升高、湿度的增大而增加。因此，当海面温暖，上面的大气冷而干燥时，压差为最大。冬季时的大陆东海岸是理想的热量传递条件，大量的水气被吸收。

蒸汽雾(STEAM FOG)

见“雾”。

辐射雾(RADIATION FOG)

见“雾”。

碎屑(DETRITUS)

悬浮在海水中的无生命物质微粒，如粘土、泥、粉砂、尘土、花粉、死“藻类”的含硅骨质等，也包括完全死了的生物和曾经是有生命的机体的腐解微粒。

海水中的碎屑由多种来源的各式各样的颗粒性物质或无生命碎粒所组成（来源于有机物和无机物）。由于这些物质并不下沉而是悬浮在水中，所以，通常它们都是很细的物质（平均尺寸大约为0.005厘米）。这样大小的碎屑微粒随着海中深度的增加，其数量愈来愈少。

化学分析表明，某些类型的碎屑含有多种化合物，并能作为食物供海洋生物食用。此外，被海洋生物吸收的微粒作为一种营养物质对其体内的微生物生长也是有利的。

蜃景(FATA MORGANA)

一种复杂的映象，一般出现于水域或冰层的上方。在蜃景中，映象受到严重的歪曲和放大，因之，一叶扁舟呈现为一座灯塔，遥远的海滨峭崖幻为富丽堂皇的城堡，甚而在子虚乌有中幻出岗峦入云的岛屿。

蜃景在英语中称为法塔·摩尔嘉娜。这个名称源于几百年间频频出现于意大利南部卡拉布里亚区顶端和西西里岛之间的墨西拿海峡中的蜃景。对于描写这种蜃景的意大利诗人来说，蜃景使他们联想起海底水晶宫。在神话传说中，海底水晶宫是亚瑟王的同父异母姐妹、女巫法塔·摩尔嘉娜幻制的，她能幻制奇异怪诞的巨型幻象。

简单型蜃景常见于旅途或沙漠中波光粼粼的一泓水体。在蜃景区，地面上方的空气层受热稀化，稀于其上方的空气层。以一定的视角相望，光波不会到达地面，而会被加热的空气层反射到眼中。此时，人们见到的是天空，而不是路途或沙漠。

反之，复杂型蜃景则需要较为复杂的、不同于简单型蜃景的条件。其中最主要的条件有二个：一是水平面，即光照均匀的表面，如水面或大面积的冰面；二是分层的空气，其表层温度低于上层。在这样的条件下，遥远物体反射回来的光波会暂时地被捕陷（低温表层起到波导作用），因之，远方的观测者看到的映象见如近在咫尺。此外，低温表层空气的水平和垂直分层现象起到低级透镜的作用，这样，映象往往在各个维度上均受到严重歪曲。

早期的北极探险家把复杂型蜃景称为“巨大的幽影”。最为著名的幽影也许是克罗克地。这片具有高山深谷的克罗克地是R.E.皮尔利海军上将在1905年发现的，当时他企图到达北极，但未获成功。1913年一支探险队出发去寻找克罗克地，发现这块皮尔利描述过的土地位于格陵兰北端西部644公里的地方。但在探险队在当日晚些时候到达这块土地时，这块土地完全消失，见到的仅是一片连绵不断的冰海。

T.格鲁伯在1781年和1786年都通过折射光波证实了大气密度层在生成蜃景中的作用。G.蒙泽对他1798年跟随拿破仑远征马穆鲁克时在埃及见到的蜃景也独立地做出同样的解释。

楚科奇海(CHUKCHI SEA)

北冰洋的一个海，从西伯利亚近岸最东的外海，到北美的北极边缘最西的外海。楚科奇海的北部以陆架边缘为界，即从巴罗角到兰格尔岛的经线与北纬75°纬线交点的连线为界；西部以东西伯利亚海，即从陆架边缘经兰格尔岛到苏联大陆亚坎角的连线为界。南部，公认为以北极圈为界，但也有人认为，以白令海峡的最狭隘口为界，将更为切合实际一些。从巴罗角到苏厄德半岛的阿拉斯加海岸，为楚科奇海的东界。楚科奇海的总面积为58.2万平方公里，平均水深为88米，容积为5.1万立方公里。

据H.U.斯维尔德鲁普认为，楚科奇海得名于刻苦的印第安族楚科奇人，他们定居在西伯利亚东部艰苦的楚科奇半岛上[参见“斯维尔德鲁普，H.U.”]。其实，最早考察楚科奇海的应该是爱斯基

摩人和北美印第安人的祖先，他们于 8000—11000 年前，当西伯利亚和阿拉斯加相通的陆路还未中断之前，就迁移到楚科奇了。自有文字记载的历史以来，有证据表明，第一个到楚科奇考察的是俄罗斯的哥萨克人 S. 迭日涅夫。若属实的话，迭日涅夫的这一次航行应该是整个北极考察史上最卓越的一次。据记载，1648 年迭日涅夫考察队乘平底小帆船，从东西伯利亚的科雷马河口向东航行，他绕过东角（迭日涅夫角），经过白令海峡到阿纳德尔湾的阿纳德尔河口，共航行了 3218 公里，才结束了这次航行。

楚科克海的南部边缘是在大北方考察时考察的。1724—1749 年的大北方考察，是由俄罗斯的伟人彼得开创的。1728 年一位在俄国海军工作的丹麦航海家 V. 白令从鄂霍次克海集结地出发，通过白令海峡向北航行[参见 "鄂霍次克海"]。这次航行之后，白令任大北方考察的总指挥。1741 年他又到南楚科奇海进行另一次考察，并于返航途中去世了。1778 年英国的航海家和探险家 J. 库克船长，驾驶着"决心"号船到达巴罗角近海，于是，他成为第一个越过南极圈和北极圈的探险家[参见 "库克，J."]。在向南驶过白令海峡的途中，他遇到能看清海峡情景的良好时机，这是他以前两次经过白令海峡时未曾有过的："此时，天气晴朗，使我有机会看清，在美洲海岸上，威尔士太子角附近，有奇异的多峰小山，在亚洲的东角与圣德奥米德群岛之间，有两个连接处。"1820—1824 年一位俄国海军军官、极地考察家及（后来）阿拉斯加的统治者 F. V. 兰格尔，领导了一次取道陆路的考察并到达了白令海的北角。兰格尔用狗拉雪橇，成功地抵达楚科奇海西边界的岛屿。后来，该岛就以他的名字命名。那是在 1867 年，美国的一位捕鲸船船长 T. 朗发现兰格尔岛时，把它叫做兰格尔岛，以纪念这位曾为探寻该岛而费尽心机的人（有些作者认为，该岛的发现应归功于美国海军的 R. 帕里）。1879 年，瑞典的极地考察家 N. A. E. 诺尔登肖尔德由西向东历史性地横渡西北航线时，曾研究过楚科奇海。然而，对楚科奇海进行广泛研究的是 1918—1925 年的挪威"莫德"号的北极考察。现在的海洋学家对楚科奇海仍然有浓厚的兴趣，因为这一海区是北冰洋与太平洋之间进行海水交换和海洋生物洄游的一个区域。

楚科奇海的气候属于北极气候。最冷月份（2 月）的平均气温，南部为 $-21℃$，北部为 $-27℃$，最低气温为 $-46℃$。7 月的平均气温，南部为 6℃，北部为 2℃。在这种严寒环境影响下，楚科奇海除了夏季 2—3 个月外，完全被冰覆盖着。只有最南地区，特别是阿拉斯加沿岸，夏季才完全无冰。

楚科奇海的潮差很小，在阿拉斯加的巴罗角约为 0.15 米。该海的海流系统，一年中大部时间，都被暖流（4—12℃）和寒流两个流系控制着。暖流经过白令海峡向北流入，并沿阿拉斯加海岸流向东北。寒流从东西伯利亚海流入。但楚科奇海的水极少经白令海峡往南流。

楚科奇海的海底沉积大部分为泥、沙和粒石。海底水深大部在 40—60 米之间，只有横亘于海底的两个峡谷[参见 "海底峡谷"]稍深一些。先驱峡谷约从北纬 70°向北伸展，直达陆架边缘，水深为 90 米。巴罗峡谷从巴罗角以西约 150 公里处向东北伸入波弗特海，水深在 50—100 米之间。1957 年，美国"鹦鹉螺"号核潜艇在北冰洋进行了一次有历史意义的潜水航行，就是利用巴罗峡谷找到北极海盆的入口处的。

由于受白令海峡暖流的强烈影响，楚科奇海的海洋生物比北极其它海区都丰富，北极红点鲑（Char）和普鳕是楚科奇海最常见的鱼，海象、海豹、北极熊和鲸鱼也很多。

雷维尔，R. R.（REVELLE ROGER RANDALL，1909— ）

罗杰·兰德尔·雷维尔是一位美国海洋学家和教育学家。他是使地理学、地质学、地球物理学和气象学的领域一体化并集中这种强有力的工具对海洋进行研究的主要科学家之一。他曾领导了多次海洋考察，特别是对太平洋的探险考察。他的发现已被广泛发表。但是，他在海洋学方面的最大贡献也许是从 1951 年至 1964 年领导了斯克里普斯海洋研究所的工作。

雷维尔于 1909 年 3 月 7 日出生在华盛顿州的西雅图。1929 年他从波莫纳学院获得学士学位，1936 年从加利福尼亚大学获得海洋学博士学位。他还取得了波莫纳学院、卡尔顿学院、科尔比学院、哈佛大学和卡内基-梅洛大学的名誉学衔。1936 年雷维尔在斯克里普斯海洋研究所作为一名讲师开始了他的生涯。1948 年他成为一名正式教授。1950 年他任该研究所的代理所长、1951 年成为正式所长。这个职位他一直保持到 1964 年。1964 年他成为理查德·索顿斯托尔人口政策专家和哈佛大学人口政策研究中心主任。1970 年成为人口政策教授。

第二次世界大战期间，雷维尔从 1942 年至 1947 年是美国海军的一名指挥官。在 1946 年比基尼环礁上原子弹爆炸前后，他受命组织进行有关的海洋学调查。该区域的地震调查表明，这个环礁是由一个低速层和高速层构成的。其低速层一直到 3000 米左右，而高速层在这之下。钻探进一步证实低速层是由随着深度增加而逐渐老化的造礁物质构成的。这次和后来的研究为支持 C. 达尔文的下述理论提供了强有力的证据，即珊瑚环礁是在水下的火山顶上建造起来的。当下降的火山在它自身的重量或海平面上的波动作用下下沉过程中，其上珊瑚的向上生长是由于阳光的诱使而导致的[参见 "达尔文，C."]。

比基尼爆炸之后，雷维尔的调查队所作的测量

提供了许多资料。根据这些资料，科学家们推断出，大的爆炸，甚至于一次原子弹爆炸中的能量都不足以引起地震和诱发引起潮波所需要的泥浆滑坡。比基尼爆炸引起的波浪，中心高达 18.3—27.4 米，并且使得 5.55 公里范围内普遍下沉了 1.8—2.4 米。

雷维尔在斯克里普斯海洋研究所担任助理所长、代理所长和所长的许多年间，组织了很多次的探险考察，而且他还亲自参加多次。这些考察为人类认识海洋作出了巨大贡献。例如，1950 年的“中太平洋”号考察和 1952—1953 年的“卡普里科恩”号考察，证明了通过洋底的热流大致和通过陆地的热流相同，并且这种热流在靠近洋中脊的地方较大，而在靠近海沟的地方较小。因此，它加强了 F.A. 文宁-迈内兹和 D. 格里格斯早就提出的对流孔假说［参见 “大陆漂移”］。这些考察还测定了覆盖在洋中脊附近大洋底上的沉积物厚度；测定了莫霍深度，即地球的地幔与地壳之间的边界大约是在海底之下 7 公里之处；探索了第二次世界大战期间 H. 赫斯所发现的海底平顶山［参见 “平顶海山”］；以及通过考察汤加海沟发现了太平洋海沟出人意料的深度。这些发现为促进海洋科学很多领域的发展提供了基础和动力。

1961 年雷维尔担任美国内政部长的科学顾问，开始从事新的工作。他最初的一项任务是研究西巴基斯坦（地球上最大的水利规划地点）的盐积累和土壤退化问题。由雷维尔领导的专家小组建议多打管井，提供大量的水源来冲洗沙土中的盐分。同时他们还建议改进耕作技术。由于实行了专家组的建议，结果使这个地区的产量每年增长 5%。为了表彰雷维尔的出色工作，巴基斯坦总统授予他“Sitara-i-Imtiaz”勋章。同年，雷维尔被印度国会委任为该国政府教育委员会成员。这个委员会于 1966 年提出了改革印度教育的全面规划。这项工作又导致了 1964 年雷维尔作为哈佛人口政策专家的任命。

雷德菲尔德，A. C. (REDFIELD ALFRED CLARENCE，1890—1974)

艾尔弗雷德·克拉伦斯·雷德菲尔德是一位美国海洋生物学家。1890 年 11 月 15 日他出生于宾夕法尼亚州的费城。他在哈佛大学渡过了将近 30 年。最初是当大学生和研究生，后来是生物学系的生理学教授和主任。在这期间，他还曾在多伦多大学任教一年，在剑桥大学克赖斯特学院和慕尼黑大学分别从事研究活动各一年。

1930 年雷德菲尔德作为一名高级生物学家加入伍兹霍尔海洋研究所。在那以后的十年间，他都是夏季在伍兹霍尔从事研究，而其它时间则在哈佛大学继续进行研究和教学工作。1942 年他被任命为伍兹霍尔海洋研究所副所长。此后不久，他搬到伍兹霍尔在那里一直工作到 1957 年退休。

雷德菲尔德把海洋看作一个巨大的活的有机体，而这个有机体的“血流”就是海水。因此它在化学方面的变化，就反映出里边所进行的大量的生物学过程。雷德菲尔德认为，不认识海洋本身，就不能认识海洋中的生物。因此，他的研究包括了海洋学问题的广阔领域。雷德菲尔德重点研究了海水的化学性质对生物体新陈代谢过程的影响问题。另外，他对与浮游生物种群有关系的狭窄港湾中的潮汐现象和环流型式也作过探讨。1942 年他被任命为美国海军舰船局顾问，负责海军各种船厂都很关注的防止污损生物在船底部附着的研究活动咨询事宜。这项工作使美国海军在第二次世界大战期间由于降低燃料消耗和减少进船坞的代价而节省了大量的钱财。雷德菲尔德是《海洋污损及其防护》一书的主要编者。这部书至今仍被认为是海洋污损问题的权威著作。

1957 年退休之后，雷德菲尔德集中进行了两项主要研究。一项是“氚作为淡水和天然咸水示踪物的应用”，另一项是“盐沼地的历史及发展”。从这些盐沼研究也可以看出他探讨科学的广度。因为他的著作包括了盐沼的生物学、地质学、化学和物理学等。他晚期的著作之一是一篇生态学专题论文，题目叫“新英格兰盐沼的发育”，于 1972 年发表。

雷德菲尔德曾经是伍兹霍尔海洋研究所在伍兹霍尔的海洋生物学实验室和百慕大生物研究站（1962—1966 年他曾是该站站长）的受托管理人。1946 年至 1948 年是自然资源委员会主席。1946 年任美国生态学会会长。1956 年任美国海洋与湖泊学会会长。他还是国家科学院、美国文理学院和波士顿博物学协会的成员，是英国海洋生物学会的名誉成员，印度海洋生物协会的通讯会员，以及其它很多专业学会的成员。1956 年他获得国家科学院的阿加西斯勋章和奥斯陆大学名誉博士学衔。另外授予他名誉学位的还有利哈伊大学（1965），纽芬兰大学（1967）和阿拉斯加大学（1971）。波士顿博物学协会 1973 年给予他“行者奖”（Walker Award）。

雾（FOG）

悬浮在邻近地球表面的大气中的微小水滴的可见聚集体，是由大气中水气凝结而形成的水滴或冰晶。雾与云不同之处在于，雾起源于地球表面，而云却是在一定的高度。雾以其灰色和潮湿区别于霾，也以其可见度的急剧下降有别于霭（轻雾）。最著名的雾起源于海洋，并在邻近大陆地区飘浮。由于雾降低了能见度，因此给船只、飞机和公路运输带来很大的危险。以最大限度地降低能见度来定义雾（1 公里之内）。

大气的温度为露点或接近露点时形成雾（也即在常压和一定水蒸气含量时，使空气冷却达到饱和时的温度）。因此，形成雾的条件是使大气温度降到露点，或者增加大气湿度，以达到饱和点。满足第一个条件，可能形成三种雾：

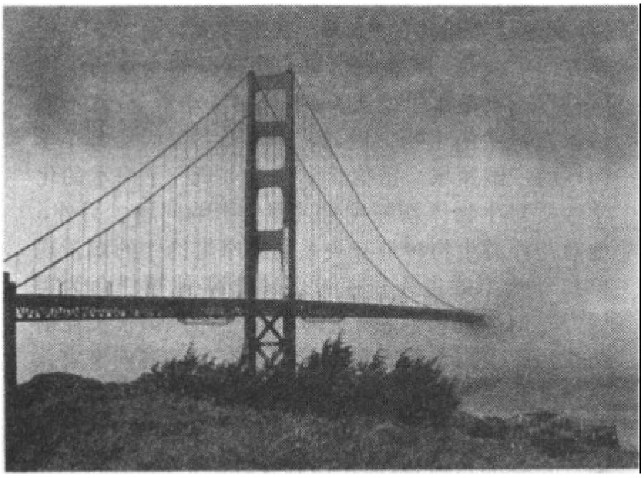


图 1　旧金山金门桥消失在雾中。著名的加利福尼亚雾产生于暖湿气流经过刚刚离开海岸上升到表面的冷水时

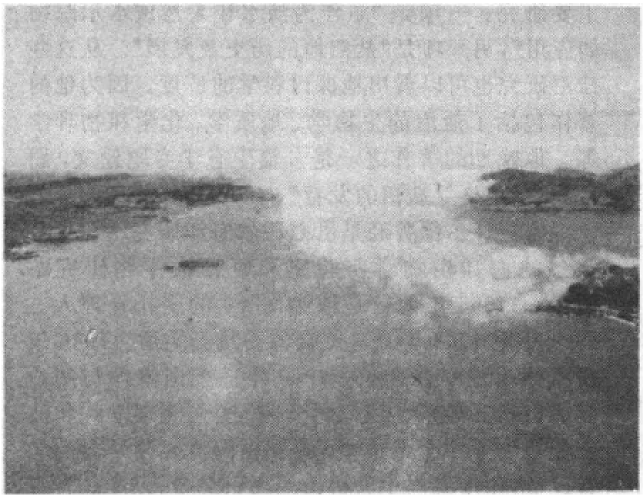


图 2　雾淹没了金门桥，安赫尔(Angel)岛立在旧金山湾最显著的位置，旧金山在左边，而太平洋却伸延到远方

1. 平流雾　暖而潮湿的大气，流向冷的大陆或海面；水(或陆地)将大气冷却到露点，形成平流雾。在拉布拉多海，从湾流来的温暖而潮湿的气流，被寒冷的拉布拉多海流冷却而形成雾，这是平流雾的实例。浓雾伴随着漂浮的冰山，使拉布拉多海成为最危险的海域。夏末和冬天在加利福尼亚沿岸常有雾，其产生过程也是同样的，只是此处的冷水来自上升流。

2. 辐射雾　这种类型的雾具有更多的陆地特性。太阳落下去，陆地表面变冷，致使陆地上的空气冷却到露点，产生辐射雾。因此辐射雾产生的典型条件是夜晚，并持续到太阳重新升起，温暖了陆地表面，也加热了上面的空气层。辐射雾不能在海面上形成，因为海水在夜晚释放出大量的热量。

3. 上坡雾　潮湿的空气吹向陆地表面，并逐渐上升，气温随着高度的增加而急剧下降达到露点，则产生上坡雾。这个过程即为众所周知的绝热冷却。

当空气中的水气增加到饱和程度时，两种类型的雾同时形成。

1. 蒸汽雾　"海面蒸汽雾"、"北极雾"和"海面轻雾"均属蒸汽雾。寒冷的气流吹到比较暖的海面上，冷却了海面上层潮湿的空气，产生了比较薄的雾层。使海面上呈现阴霾或是雾濛濛。蒸汽雾时常高出海面 30 米。

2. 锋面雾　暖锋上的暖空气上升到未饱和的冷空气层上，通常形成锋面雾。从暖锋上降落的雨，通过并疏散在冷气楔的边缘，供给了冷气楔所缺少的水气。由于雨和冷空气楔间的温度差较大，使其很快地形成雾。

锯鳐(SAWFISH)

属于鲨亚纲(Selachii)下孔目(Hypotremata)锯鳐科(Pristidae)的六种海洋软骨鱼类的统称。这些胎生鱼类具有鲨鱼样的尾巴和一个呈剑状突出的长而扁的吻，吻的两侧有两排横向生长的齿状突出物。

锯鳐是一种长相奇特的底层鱼类，它们生长于世界各大洋中那些温暖、低浅、多泥的沿岸水域。它们基本上生活在水底，因此，它们主要取食于软体动物、甲壳类动物和游入浅水的小鱼[参见　"软体动物"]。这种鱼在热带美洲和非洲的大洋中特别多，而且常见于一些入海河流的河口湾处和上游一带。锯鳐中具有代表性的种类是见于墨西哥湾的普通锯鳐(*Pristis pectinatus*)和非洲水域的佩氏锯鳐(*P. perroteti*)，普通锯鳐也溯游到印度的大河中。

除了它那独特的锯吻外，锯鳐很像是一种鲨和鳐的混合体，并与二者有着紧密的亲缘关系[参见"魟类"]。锯鳐可长到 6 米，它们具有鲨鱼样的尾部、前身平展的躯体和巨大的胸鳍，鳃裂开于头部的下方。大鱼吻部的"吻突"("rostrum")或锯片，往往长达 2 米。这个软骨质的锯片，是由嵌入两侧深窝的真皮齿状突起(并非真的牙齿)构成的。这种齿也是鲨和鳐所具有的特点。

锯鳐是胎生鱼类，它的卵在母体中孵化。出生时，幼鳐的锯片是软的，而在出生之前，锯片是裹在一层薄膜里的。每胎幼鳐的类目往往在 20 个以上。

锰结核(MANGANESE NODULES)

锰结核(铁锰结核)是小型的(一般直径 1—15 厘米)深褐色马铃薯状结核，主要由锰盐和铁氧化物组成的氧化锰矿物(例如钡镁矿和钠水锰矿)。这些矿物是通过复杂的沉淀过程在世界海洋中形成的。

锰结核是"挑战者"号(1873—1876 年)远洋考察中首先发现的，在世界海洋中许多海底地区都有锰结核。本世纪初，A. 阿加西斯(Alexander Agassiz)在"信天翁"号上进行海洋调查时，在东太平洋的许多地方采到了这种结核，并得出结论说，它们的覆盖面积比美国的面积还大。根据目前的估计，仅在太平洋就有大约 1.5 万亿(1.5×10^{12})吨的结核，其

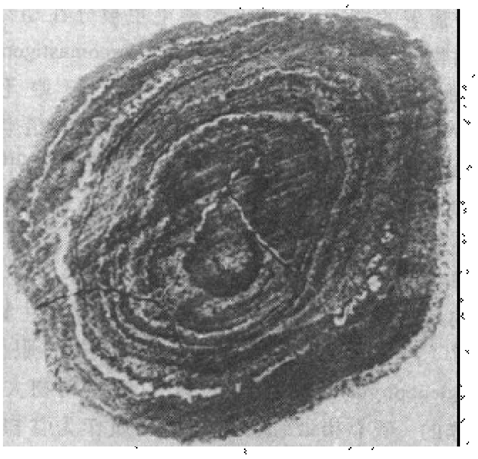


图 1　大约放大了 5 倍的锰结核剖面图，它显示出结核中的生长圈。海洋生物建造的掩蔽用防护管随结核的同心生长圈而发生变化，这些生长圈与它们生长过程中结核表面的生物活动有关

形成的速度每年约为 1000 万（10×10^6）吨。这些结核的品位和化学组成各不相同，特别是铜、镍、锰和钴的含量不同。此外，从一个地区到另一个地区，它们的形状、表面结构和内部构造变化很大。氧化锰在深海沉积中以颗粒状、板状、岩石的包层和多孔物质的渗入物的形式存在，在结构上，结核一般表现为不同颜色的同心圈，这些同心圈是围绕岩石、动植物残骸的微小颗粒生长形成的。结核往往在低沉积速率的地区形成，这些地区在水和沉积层的界面上存在着氧化的环境。但是，对这一复杂的形成过程了解的还不十分清楚。现有的证据似乎可以说明，结核可以通过各种不同的方式形成（例如，主要通过使锰氧化的细菌或活有机体的作用，促使锰的集聚和生长，这与珊瑚的生长方式相类似，或者通过各种无机成因形成，例如，沉积在核心上的胶态氧化铁，在有利的海洋环境中，通过催化过程可使氧化锰和痕量金属沉积出来）[参见　"胶体"]。另外一个难以理解的事实是这些结核的年龄一般比它们周围的沉积物要大。

在海洋中的许多地方，用海底照相和深水电视已经找到了有潜在经济储量的锰结核。这些锰结核通常在 2000—4000 米的深处，在沉积层表面和富含氧气的水区，人们也可以找到它们。从商业的观点出发，在北太平洋中，夏威夷的南面可以找到某些有潜力和最吸引人的矿床。在这里，有一条东西走向的沉积带，其宽度为 200 公里（在北纬 6°至北纬 20°和西经 110°至西经 180°之间），在 4000 米深处的水中，矿床的丰度和金属含量都相当高。在太平洋的其他地区以及在大西洋（例如布莱克 (Blake) 海台）和印度洋中都曾进行过商业性调查，这些锰结核所能提供的有价值元素，激起了一些国家联合开采这些矿床的极大兴趣，这些国家主要是英国、法国、美国、联邦德国、日本、加拿大和苏联。这一事实反映了人类对富集在深海结核中的镍、铜和钴类金属日益增长的要求。

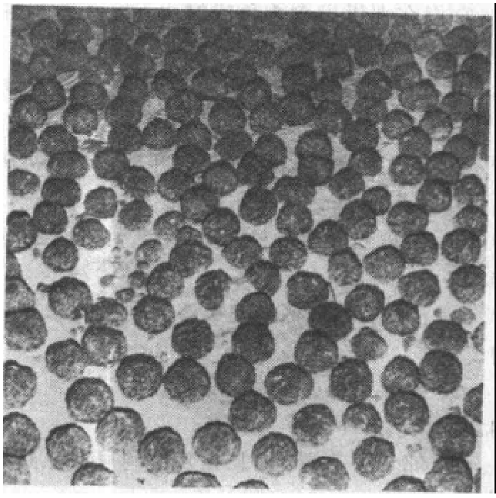


图 2　在大西洋、太平洋、印度洋和南大洋都曾发现过锰结核。仅在太平洋中估计有 1600 万亿吨以上的结核

由于这种结核通常在水深大于 2000 米处的海底上出现，因此，要设计一种可靠而又经济的开采方法是很困难的。然而，人们还是设计了三种基本的开采系统，即气举系统、无气水力升举系统和类似链斗式的机械升举系统。

如果考虑到锰是大规模生产锻钢的必要成分，而且还没有有效的东西能够代替它，那么，人们所作的那些努力就显而易见了。据报道，这些结核本身的其他用途还有：它是把汽车排出的未燃尽的碳氢化合物变为二氧化碳的有效变换器，也是烟气中硫的有效吸收剂。除了锰以外，海底的这种结核所含的镍、铜、钴和其他矿物，根据保守的估计，其价值可超过三万亿美元[参见　"(海洋)采矿"]。

腹足类(GASTROPODS)

腹足纲软体动物的统称。本类约 3 万种，生活于陆上、淡水和海洋。这是软体动物门中七个纲中最大的一个纲，公认腹足类有三个亚纲——前鳃亚纲(Prosobranchia)，后鳃亚纲(Opisthobranchia)和有肺亚纲(Pulmonata)。三个亚纲中前两类主要包括海洋生物如海螺，而有肺亚纲则包含陆上及淡水类的。

腹足类或单壳软体动物的特征为具有单个螺旋形卷曲的壳或作为例外的具有非螺旋形卷曲的壳如蛞蝓。作为一个纲，这些动物代表形态学上不相同的一类动物包括蛞蝓、笠贝或帽贝和凤螺[参见"凤螺"；"帽贝"]。典型的具有一明显的头部，一对或两对触角和一扁平的肉足。属于芋螺科(Conidae)的海洋蜗牛，芋螺的外壳呈现出吸引人的花纹，因而常被人采集，但它对人类却有潜在的危险。400 多

种芋螺中，大多数含有一发育完全的毒液器，这个毒液器位于邻近壳开口的地方，如果齿舌齿刺入受害者后，毒液即在压力下注入伤口。

芋螺可沿沙地爬行或在岩石下和邻近珊瑚处出现，它们在那里摄食小鱼或蠕虫。一些危险性较大的热带品种竽螺是：

1. 宫廷芋螺：栖息范围从波利尼西亚到印度洋。

2. 地文芋螺：栖息在印度洋和太平洋，从波利尼西亚到东非洲。

3. 大理石芋螺：栖息在从波利尼西亚到印度洋。

4. 浅纹芋螺：栖息在从澳大利亚到东非洲区域内。

5. 织锦芋螺：栖息在从波利尼西亚到红海范围内。

6. 郁金香芋螺：栖息在从波利尼西亚到红海范围内。

除此之外，还有许多海洋腹足类动物生活在世界海洋中，从沿岸地区到很深的地方。其中有一些生活在岩石间，泥或沙地上或在珊瑚和大海藻之间。有的以摄食这种海藻为生，而其它的则是食肉性的捕食者，捕食其它软体动物和棘皮动物。



图 成为一个纲的腹足类包括3万个品种以上的蜗牛，其中有蛞蝓、笠贝和凤螺。带壳的腹足类在颜色和形状方面变化很大，而且其中有一些是很美丽的

腰鞭毛虫(DINOFLAGELLATES)

小的海洋生物。它构成了海洋浮游生物的一大部分，具有动物似的属性(行动和食物消化)和植物的特征，即具有进行光合作用的能力。正是由于这些矛盾着的能力，习惯上腰鞭毛虫被分在动物界[原生动物门(Protozoa)，肉鞭亚门(Sarcomastigophora)，植鞭虫纲(Phytomastigophorea)]。腰鞭毛虫目(Dinoflagellida)也被分在植物界，原植体亚界(Thallobionta)，甲藻门(Pyrrhophyta)，甲藻纲(Dinophyceae)。如果把它们考虑作为另一界，即原生生物界，那么这一混乱就可减小一点。这一界包括单细胞生物，它们具有真核细胞结构，但不具备真正的植物或动物的特性。在这一界(原生生物)中有四个门：由眼虫类(euglenoids)组成的眼虫藻门(Euglenophyta)；原生动物门，单细胞动物大部分为异养的(依靠摄取和分解有机物质作为食物而生活的生物称为异养生物)；甲藻门(Pyrrophyta)，腰鞭毛虫类(dinoflagellates)和隐鞭藻类(cryptomonads)；以及金藻门(Chrysophyta)，自养的硅藻(参见 “分类学”)。

腰鞭毛虫在世界海洋中的数量是巨大的，大部分处在能接受到阳光的表层。但是它们合成它们的食物时能利用弱的光强度。与其它如硅藻这样的微小的生物相比，它们可以在较低的营养水准下生活。有一些像动物一样摄取食物；其它则依赖分解的有机物质生活。腰鞭毛虫都有色素细胞，含有色素的物体使它们呈现红色，出现繁盛的“开花现象”(blooming)或是有些含有毒素的腰鞭毛虫类[如短裸甲藻(*Gymnodinium brevis*)的极度集中而引起所谓的赤潮(red tide)现象，这一现象使在赤潮区域内的鱼和其它海洋生物大量死亡。但是并不是所有与赤潮有关的死亡都是由腰鞭毛虫类产生的毒素造成的。在封闭的海湾和各个近岸海洋区域内，随赤潮的出现而鱼类死亡是由于水中的溶解氧的显著减少而引起鱼类窒息的结果。在这样“开花”之后，氧的明显减少是微生物对氧的消耗的结果。这些微生物又消耗正在死亡的和已经死去的腰鞭毛虫类。人类的麻痹性贝类中毒，通常是在食用了某些摄取了有毒的腰鞭毛虫类、甲藻类(如*Gonyaulax catenella*或*G. tamarensis*)的软体动物之后发生的[参见“软体动物”]。与这种中毒有关的神经毒素是已知的最剧烈的致死生物毒素之一，在各种软体动物和蛤中已发现。

腰鞭毛虫类在水中作特殊的螺旋形运动，如果水被搅动，许多这些小生物将发出亮光或产生闪光。有些腰鞭毛虫类细胞外面有纤维素的武器样的片状覆盖物；其它则没有这种覆盖物；它们都备有鞭子一样的鞭毛，并为运动时应用。腰鞭毛虫依靠分裂生殖或各部分的分裂。它们的形状差异很大，从微小的碟片到弯曲的线束。腰鞭毛虫的浮动主要依赖于组织中的油滴和它们的鞭毛。它们构成海洋食物链中很重要的一环。

参见 “浮游生物”。

鲉(SCORPION FISH)

是鲉科(Scorpaenidae)300 种鱼类的名称。这种鱼尽管有一些生活于热带水域，但常见于大洋中不同深度的温带水域。浅水鲉身上生有比此科其它鱼类更毒的刺，其中包括蓑鲉(*Pterois volitans*)、倒刺鲉(*Scorpaena brasiliensis*)和加利福尼亚斑点鲉(*S. guttata*)以及其它的一些种类。杜父鱼常被称为鲉，实际上它属于杜父鱼科。

参见 "有毒的海洋生物"。

鲍(ABALONE)

一种腹足类软体动物，属鲍科的唯一属鲍属(*Haliotis*)[参见 "腹足类"；"软体动物"]。又名"耳壳"(ear shell)。鲍已知有一百种以上，分布于温带和热带的海洋中。在北美太平洋沿岸及秘鲁南部，在中国、日本、朝鲜和南非都能采集到。这种动物通常紧紧地附着在岩石等固体基质上，特别是在从低潮线到深度为 36.6 米的水域内。鲍靠一个大的、肌肉发达的足或盘使其附着在基质上，它的足是可食的并得到许多人高度赞赏。鲍是草食性，主要食取藻类并用其齿舌从基质上摄取。齿舌是这种软体动物口中的带状器官，具有散布着的几丁质牙齿。

鲍壳除了螺旋形壳阶外，形同大蛤的一瓣壳[参见 "蛤"]。典型的这一扁平壳具有一排小的穿孔或天生的孔，海水从壳边缘下面被吸入，经过鳃，然后通过穿孔从套腔排出。壳有珍珠光彩的衬层，大部分由碳酸钙组成，并由有机物的贝壳硬蛋白微细的网状物构成。在商业上，这一衬层用作珍珠粉。

鲍是异性生殖并在体外孵化。单一的生殖腺进入肾脏，从而使配子能输送到体外。鲍的幼体是浮游的，并在沿岸水域中的浮游生物之间游动约两天后，幼体固着下来并发育到成年阶段。

鲍迪奇，N. (BOWDITCH NATHANIEL, 1773—1838)

纳撒尼尔·鲍迪奇是美国的一位数学家、天文学家、航海家和保险业的总经理。他因于 1799 年出版的著作——《实际航海家》而出名。事实上，那部书最初是作为修改和校订 J. H. 穆尔写的同名书的美国译本而开始的。鲍迪奇校订了原文的 11 000 条错误。因此在 1802 年出版第三版时把书的题目改为《新实际航海家》。这部书成了导航的标准参考工具书。到目前为止，这部书已经经历了 65 次的印刷和再版。

1773 年 3 月 26 日鲍迪奇出生在马萨诸塞州的塞勒姆。他的父亲是一位船长和制桶工人。由于家境贫困，当鲍迪奇仅 10 岁的时候便终止了正规学校的学习，不得不去干活。12 岁时，他在一家船用杂货店里当一名店员并开始了毕生的自我教育。他特别喜欢的科目是数学、天文学和外国语。1795 年鲍迪奇开始航海。他先后参加了五次大的航行。最初当一名职员，最后阶段当船长。也就是在这期间，他变成了航海爱好者，并出版了使他获得世界名望的《新实际航海家》。

鲍迪奇于 1798 年 3 月和伊丽莎白·博德曼结婚。结婚不久，伊丽莎白就去世了。1800 年 10 月他又与表妹玛丽·英格索尔结婚。后来他们生了六个儿子和两个女儿。

1803 年鲍迪奇从船上退职并接受了埃塞克斯火灾和船舶保险公司的董事长职务。这个职位使得他有足够的收入和充分的时间去探寻他所感兴趣的科学领域。1823 年他成了马萨诸塞医疗生命保险公司的保险统计员。在这时期，他指导了塞勒姆港的一项调查工作并发表了 23 篇论文。他还发表了一篇评论并注释了 P. 西蒙翻译拉普拉斯的天体力学(*Mecanique Celeste*)一书，而且是自己支付了出版费用。

虽然鲍迪奇的创造力和独创性的思想并没有专门被记载下来，但他确实是一位具有卓越数学才能的谨慎而又透彻的评论家。他死于 1838 年 3 月 17 日。

䲟鱼(REMORA)

用于䲟科(Echeneidae)[鲈形目(Perciformes)]这科特殊的海洋鱼类中任何 8 种之一的名称，这些鱼的样子之不寻常在于它们的头的顶部有一个大椭圆形的吸盘或吸杯，而大多数鱼类在这儿长着第一个背鳍[参见 "鳍"]。

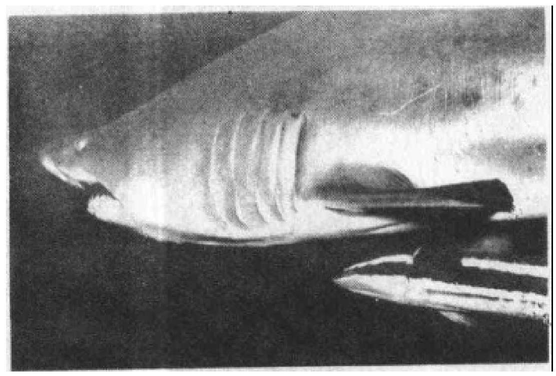


图　一条䲟鱼在一条居氏鼬鲨下方游着，它企图把自己贴附在这条鲨鱼的腹部上。䲟鱼可以贴到任何平面上去，它是利用在其头顶部的扁平的椭圆盘贴到这种表面上，并竖起一排 13—25 个 V 型横断的片，产生一种真空

䲟多数生活在热带海洋中。最大的一种䲟(*Echeneis naucrates*)[或称条纹䲟(Striped remora)]大约有 1 米长。䲟利用其强有力的吸盘把自己贴附在特别是鲨鱼体上。不过，䲟也把自己附贴在其它一些鱼类身上的平滑表面上，如旗鱼、金枪鱼、箭鱼

以及海龟、海豚和船体上[参见 “海豚”]。对这种行为的看法不同。当前的观点认为，这种行为为其旅行到它们食物来源的地方提供了一个方便的途径。因为当䲟鱼遇到小鱼群时即解脱开自己。大多数䲟鱼与某些鱼有点专注寄主关系，它们习惯于把自己贴附在这些鱼身上。一些小形䲟，如白短䲟（*Remorapsis pallidus*）等鱼类，也“免费搭乘”在远洋翻车鲀，蝠鲼，箭鱼和旗鱼口腔或鳃中。它们可能要吃光在这些鱼上的寄生虫。

䲟通常呈淡灰色，这样不致使其与许多自由游泳的远洋鱼类的体色形成反差。在中大西洋，䲟在六、七月间产卵，在地中海，䲟在八、九月份产卵。

䲟鱼自古就是人们好奇和利用的对象。例如，曾认为，当这种鱼贴牢在船体上时它们可以使行驶的船停住。同样，在世界上一些地区（如日本、非洲和中美洲）长期来利用䲟捕捉海龟。

14 画

旗鱼(SAILFISH)

鲈形目(Perciformes),旗鱼科(Istiophoridae),学名为 *Istiophorus platypterus* 的一种鱼的名称。这种鱼特别以其巨大的第一背鳍和矛状的吻而著称,当其背鳍充分展开时,形成一个"帆"[参见 "鳍"]。

旗鱼见于世界所有热带海域中,它们栖息于这些海洋汹涌而充分含氧的水层中,而以加勒比海和美国佛罗里达东南岸外海最多。

旗鱼是游泳非常快的鱼,它们具有长长的流线型的身体,它们体型大(2—4.5 米),重数百公斤;当游泳的时候,它那与众不同的蓝色背鳍叠放在背部的一个槽沟内。其它特征,包括从上吻部伸出来的一个长而尖的矛,和在体侧两边的一对骨盆棘刺,这对骨盆棘刺位于尾鳍正前方的小胸鳍之下。旗鱼背部呈蓝黑色,而其两侧及腹部呈银白色。

它们的食物包括不同的食饵,其中有飞鱼、鱿鱼、章鱼和各种小型鱼类。这些小型鱼类是在旗鱼穿过鱼群时,用其剑状的吻左右猛烈地刺戳之后而被捕获的。当这些猎物被这种动作杀死或击昏后,旗鱼就可悠闲自得地享用它的猎物。

旗鱼是一种大型游钓鱼类,它们为海上游钓运动员提供了一种惊人的搏斗机会。为了保护这一品种,许多上钩的这种鱼又重新获得释放[参见 "长喙鱼"]。

腐泥(SAPROPEL)

海洋、河口湾或湖泊的(属于湖的)沉积作用所生成的黑色或棕色沉积物的名称,它主要是由有机物碎屑组成的[参见 "海洋沉积物"]。腐泥是一种很细的物质,富含铁和硫化物,并且具有强烈的化学还原作用。

腐蚀作用(CORROSION)

腐蚀作用(也叫生锈)是金属或金属合金与其周围环境发生化学或电化学反应而变质或破坏的过程。在海洋环境中,这个过程通常是电化学反应。

虽然金属的电化学变质过程的机制是复杂和多种多样的,但是,大部分海水腐蚀作用基本上可用下式表示,即

金属 + "海水" → 金属的氢氧化物 + 氢

这一现象的本质在于,海水或溶解有盐类的溶液具有导电的特性。因此,这种溶液也叫做电解液。如果在被腐蚀的地方保持氧的供应,金属就会在海水那样的电解液中剥落或被腐蚀进入溶液,由于海水在接近水面处饱含空气。同样也会产生氢离子的放电现象,这种阴极反应和金属被破坏时的阳极反应,两者都伴随有电流产生[参见 "离子"]。

不同的金属在上述条件下以离子的形式进入溶液的趋势是不同的,实际上有一个度量这种趋势的量,叫做"腐蚀电位"。

金属材料在海洋中被腐蚀的速度和数量与海水的特性有关。由于电流是沿电阻最小的通路流动,所以海水的导电性在腐蚀机制中起着重要的作用,并且随着盐度和温度的增加而增加。

海水中的氧可以阻止或者加速物质的破坏变质,这与物质本身和周围的情况有关。最初海洋中到处都含氧。在某些安静的海底(如黑海),发现有低氧和不含氧的地区,这些地区中有硫化物存在,这是因为在那里存在着大量产生硫化物的细菌。当这种硫化物以足够的数量存在时,在底部和接近底部处的酸性条件会使某些物质腐蚀。

此外,腐蚀作用也与物质本身的内部性质和对它的使用情况有关。腐蚀速度受物质的几种内部因素影响(也就是化学组成、二次相分布、残余应力、空隙、夹杂物和被溶解了的气体),也受环境因素的影响(也就是浓度、温度、海水的运动等,以及电化学对、表面膜和所加的应力的存在)。这些因素中,有些是清楚的,但很多还是不清楚的。

为了防止浸在海水中的金属被腐蚀,人们采用了一种称为"阴极防腐法"的方法[这是 H. 戴维(Humphry Davy)爵士在 1824 年首次提出并用于船只的]。在这种方法中,使用一种外部阳极来提供电流以"中和"局部性的腐蚀电流。这种技术使金属的腐蚀电位变得更负(阴极的),从而减小金属结构被腐蚀的速度。使用这种方法时,可以利用作为牺牲品的阳极(镁、锌和铝),或者利用一种外部直流电源所提供的电流来保护浸在海水中的钢、铝和其他几种通用的金属结构材料。

对于巨大的海洋结构物,这种方法特别适用。但是阴极防腐法也有它的不足,这种不足是由于阴极金属吸收的氢的作用造成的,氢的脆化作用使金属的韧性和疲劳寿命降低了(疲劳破坏是一种材料破坏,这是因为周期性对材料施加的力低于一次加力造成破裂所需的应力引起的)。对某些材料,例如潜艇壳体和其它在海洋深处的结构所用的高强度钢,疲劳寿命是需要考虑的重要因素。

海洋中所用的电子能在其中自由运动(像在蓄

电池中那样）的材料最容易遭到腐蚀。许多材料在应力的影响下不知什么原因就使其性能变坏，这种现象叫做应力腐蚀，这对于在海水中所使用的黄铜和合金钢是一个早已存在的问题了。

各种形式的腐蚀以及为防止水下工程材料变质而采取的措施，对于从事"海洋工程"的世界各国，需要有一笔价值几十亿美元支出。

碳循环(CARBON CYCLE)

自然界的一种复杂平衡体系，其中由碳酸盐转化来的二氧化碳（CO_2）传送到活体物质，然后经过新陈代谢过程，又重新生成二氧化碳(见图)。

碳循环基本上涉及到地球科学的每一个方面——气象学、海洋学、地质学和生态学。

生物圈(或地球上有生命存在的部分)含有许多碳的化合物(例如煤、石油、天然气、石灰岩和其它的碳酸盐岩如介壳、珊瑚礁、泥炭等)。这些化合物在不断地生成、转化和分解。这些关系的动力学基本上是由下述不同的机制维持的：(1)海水溶解大量二氧化碳（CO_2）的能力；(2)物理和化学过程，例如浸沥、燃烧或火山活动；(3)海洋浮游生物和陆地植物吸收日光能和二氧化碳并把它们用于光合（和非光合）过程将CO_2转化为有机分子的能力；(4)植物和动物复杂的相互作用使之降解为二氧化碳，从而又使CO_2释放回大气中。虽然CO_2只占大气中物质的0.044%，但是它对生命的意义是非常重要的，因为它是活体物质制造各种有机化合物所需要的碳原子的来源，这些活体物质是由各种有机物组成的。在这个复杂的链锁中，海洋中简单的动物靠植物和有机碎屑生活，这些动物又是其它动物的食物。

释放二氧化碳的过程叫做呼吸，可认为它是光合过程的逆过程，呼吸时消耗了氧，放出二氧化碳。

溶解态二氧化碳、碳酸氢根离子和碳酸根离子都存在于海洋中，它们有效地使海水溶液缓冲在pH接近8的状态。此外，还涉及到穿过空一海界面的平衡、动物介壳的沉淀、沉积物中碳酸盐的溶解以及碳酸钙的某些局部无机沉淀等体系。海水的pH受到控制的事实直接影响到海洋中的许多化学平衡，是导致生命在海洋环境中产生和维持的因素之一[参见 "离子"]。

在世界大洋中，碳循环多少是自身控制的；浮游植物吸收溶解的二氧化碳，释放出氧溶于海水中。浮游动物和鱼类消耗浮游植物所固定的碳，并利用溶解氧进行呼吸作用。海洋中有机物质分解时放出CO_2为浮游植物所同化。

但是，与碳循环有关的最严重的问题之一，是大气中的CO_2与海洋和沉积物中总碳之间的交换速率。已增加的矿物燃料的燃烧，农业习惯的变革，砍伐森林和工业生产等都引起大气中CO_2含量的增加（最近100年约从290ppm增加到330ppm）。二氧化碳浓度的升高对气候的影响是有争论的问题。由于"温室效应"的增加而可能使大气变暖。但是，由于缺少有关大气湿度和北冰洋冰封闭的覆盖层变化以及大气中颗粒物的数量对气候状况影响的资料，目前尚不能作出明确的预见。然而，如果大气CO_2的增加引起海水温度的变化，则海洋表层将不能同化

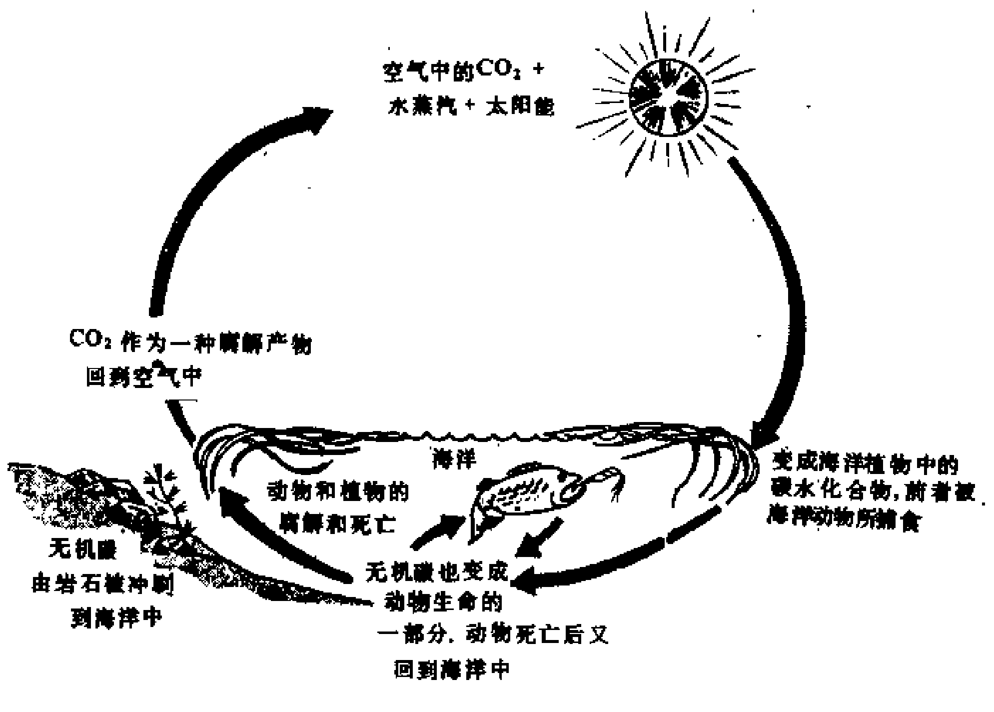


图 碳循环

此图表示碳是如何通过海洋生物圈循环和再循环的

所增加的 CO_2，其中的碳酸钙大概也将变为不饱和，这些可能性都存在。虽然不能高度准确地获知 CO_2 的溶解情况，但它随温度增加而减小是已知的。由自然界碳循环或主要二氧化碳循环的破坏所引起的世界大洋特别是浅海区表层的不饱和状态，对世界气候以及对海洋生物和一般生命，将会产生非常严重的后果。为了更好地阐明 CO_2 的循环以及热量和水分穿过大洋表面—大气界面的迁移情况，近代化学海洋学的研究将起着重要的作用。在雨量和温度的分布方面热量和水分这两个因素起着关键作用。

碳-氮-磷比值(CARBON-NITROGEN-PHOS-PHORUS RATIO)

浮游生物和海水的碳、氮、磷浓度之间的比值几乎是不变的。这种现象是由于生物体移出这些元素的比例，与所存在的以及死亡的生物发生分解时所释出的这些元素的比例相同。

对海洋生物进行分析，发现在其原生质中碳、氮和磷元素的比例为 100：15：1。生产有机物时按这样的比例自水中取得这些元素，在有机物分解的过程中，这些元素以同样的比例回到海水中。在近岸水域，特别是在受到限制的海区(由于有机物质的分解事实上并非为同时放出所有元素的瞬间过程)，遇到不同的元素比例，是不稀奇的。特别是氮-磷比值可能与 15：1 相差很远。

颗粒性物质(PARTICULATE MATTER)

由海水中所含的无机物和生物形成的物质颗粒组成。这种颗粒性物质的大小在胶体和那些在重力作用下能沉积下来的颗粒范围内变化[参见 "胶体"]。海水中颗粒性物质的来源可能是外来的(大气、陆地、海洋沉积物)和内在的(由生物形成的以及由起泡、沉淀和凝聚所产生的)。细小的颗粒(颗粒大小等于 10^{-5}—10^{-3} 厘米)是由矿物质、碎屑、浮游生物、细菌和其他微生物以及沉淀和凝聚的颗粒组成的。譬如"海下雪花"就是由粘附在悬浮于水中的无生命有机物上的浮游植物和海洋细菌所组成的一种凝聚物质[参见 "海下雪花"]。

海水中的粗粒物质(5×10^{-3} 厘米)是由凝聚物、沉淀物、碎屑、矿物质、大型浮游生物和各种类型的有机物组成的。人们在海洋中一个区域发现的、由死去的和正在解体的植物和动物组成的颗粒性有机物质的数量反映了这一区域动植物的活动程度，并由此可以说明该区域的肥沃性。

颗粒性物质所提供的固体和液体界面是多种化学的和生物的相互作用发生的地方。同样，海洋动物，特别是在其早期的幼体阶段，也能以颗粒性有机物质为食物[参见 "幼虫"；"生物海洋学"]。

化石燃料的燃烧产物也是颗粒状的。这些固体颗粒以及排出的二氧化碳都悬浮在大气中，从而引起大气的透明度发生变化，因而也就改变了热平衡。固体颗粒使太阳的辐射发生散射，而二氧化碳则会吸收向外辐射的红外线。这样，如果悬浮物质的浓度高到一定程度时，地球就会冷却；如果二氧化碳积累起来，地球上的温度将会增加。这两者之中的任何一个现象都会导致气候失调，对地球上的所有生命会产生严重的影响。海洋为冲刷出来的固体的和溶解的二氧化碳提供了一个主要的排放场所，但对这些吸热物质在大气中的停留时间还了解得不清楚[参见 "碳循环"和"生态学"]。

管鼻鹱(FULMAR)

见"海洋鸟类"。

鲭(BLUEFIN)

见"金枪鱼"。

15 画

潜水(DIVING)

指人进入水下的活动，其目的是为了娱乐、科学研究或进行其他有益的工作，诸如海洋工程和渔业的水下服务等。在潜水活动中，人们设计了专用设备，其中包括自携式水下呼吸器(SCUBA)、潜水头盔、潜水服和其他装具，这些专用设备可以使潜水员在海洋环境中得到保护和支援。

历史 为了食物和运输，人类曾经一直尽量依靠海洋世界，人们采用过各种手段漂洋过海，从兽皮小艇和人力木船直到风驱动的、蒸汽推进的以及核动力的各种船舶。人们还撒网、放线或用其他的一切手段从海洋中捕获食物。

究竟何时何人，男人还是女人，谁是第一个发现可用屏气的方法进入水下世界，众说纷云，纯属猜测。然而，自从在美索不达米亚及其附近的考古探测中发现了大量只能来自潜水获得的珍珠母贝壳装饰品之后，我们才能够说：潜水活动可以追溯到5000年前。在那极其古老的年代，完成潜水的方式无疑就是今天所说的裸潜，即不用呼吸装具的浅水(约3—24米)潜水。进行这种为时1—2分钟，即接近于正常人在水下屏气时间的潜水是为了寻找食物、海绵、珊瑚和珍珠母贝。

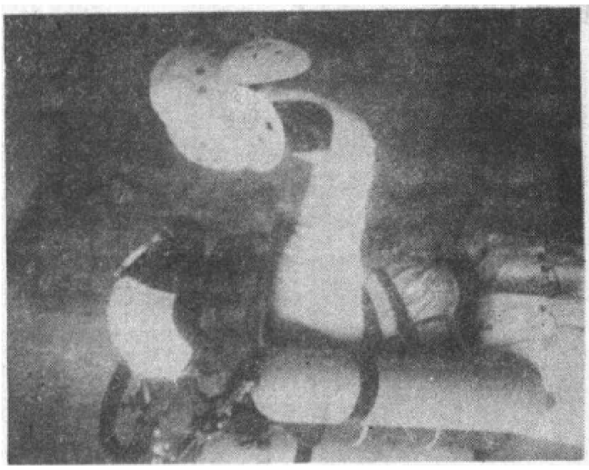


图1 水下作业员穿着以腰部电池电源为动力的实验加热服，带着漂移指示器在水下释放。凡发现和报告该指示器者，将获得报酬和指示器本身

关于裸潜最早的若干可靠文字记载来自希腊人，他们讲述了早在公元前第五世纪的军事潜水活动，其任务包括切割敌舰的锚链和在这些船壳上打洞，建造本国港口的防御工事以及破坏敌方港口工事等。原始潜水员的技术被他们的后继者仿效了许多个世纪，至今仍在世界少数地区流传。例如，在玻利尼亚人、日本人和朝鲜人中间的传奇式水下开发者就是裸潜的潜水员。裸潜者从童年就开始训练以练就惊人的肺活量和耐力(参见 “海女”)。

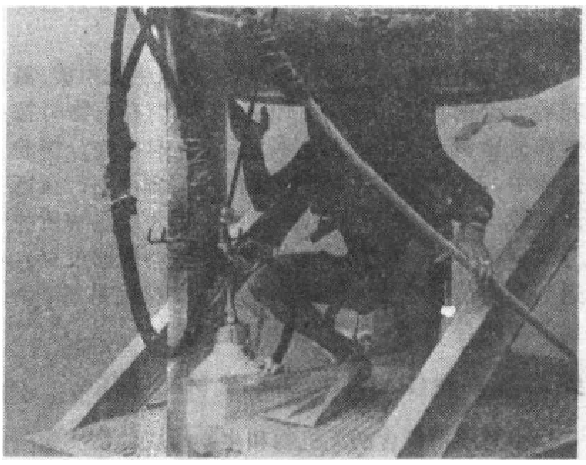


图2 一个潜水员离开了所谓下潜式减压舱“升降机”准备进入美国海军海底实验室Ⅰ的水下研究室

实际上，在人类历史的长河中，人们从未停止过试图用各种方法潜入海底，上述的屏气巡潜只不过是19世纪以前绝大多数潜水活动的特征而已。例如，潜水钟的起源可以追溯到亚历山大大帝时代(公元前332年)，而1690年英国的天文学家E. 哈雷(Edmund Halley)和1715年另一个英国人J. 莱斯布里奇(John Lethebridge)都曾为现代潜水钟的前期发展作过著名的变革与创新。此外，潜水艇也主要来源于17世纪早期英国的C. V. 德雷贝尔(Cornelius Van Drebbel)和美国革命战争时期的D. 巴什内尔(David Bushnell)的大量工作。不过这些类型的设备都是把人们封闭在一个金属结构中，或是像潜水钟那样，自水面用一根缆绳悬挂着；或是像早期的潜水艇那样，只能作为海上有限的运输手段。

绝大多数历史学家把第一套实用的潜水服或所谓硬头盔(或系绳)潜水服归功于1939年A. 谢波(Augustus Siebe)的发明。谢波的设计包括一套潜水衣，其上牢固地装着一个不可拆卸的头盔并在潜水

员的肩部处密封，呼吸所需要的空气则用一泵浦通过软管脐带送至头盔。自从这种设计发明以来，沿用至今，没有什么实质性的变革。



图3 潜水员们在圣约翰·维尔京群岛附近的海底工作

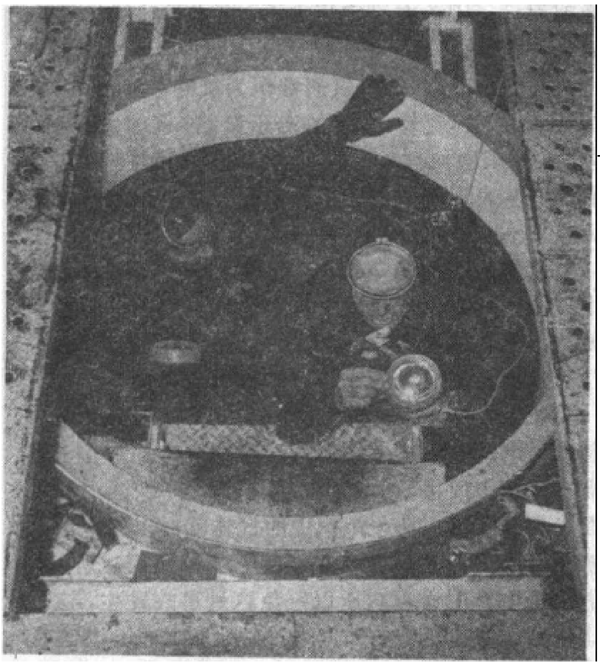


图4 海底观察员破水进入加利福尼亚·拉焦拉（La Jolla）附近的海底实验室Ⅱ的舱门通道入口。入口是常开的，由于实验室内部的空气压力等于海水压力，海水不会冲入实验室内

谢波的发明虽然赋与潜水员延长水下停留时间的能力，并在水下有足够的活动自由度来完成重要的任务，但是，进一步为潜水员提供一种轻便的、携带式的供气手段是在1943年由两个法国人J.Y.库斯特（Jacques Yves Cousteau）和E.卡尼昂（Emile Cagnan）完成的[参见 “库斯特，J.Y.”]。库斯特的水肺装置连同其自携式水下呼吸器（或SCUBA）把潜水员从水面软管的束缚下解放出来，使其活动更加自由而又不增加任何危险性，所以说这是潜水活动的一个革命。

热量损失 在同样的温度条件下，水的热交换速率约为空气的25倍，所以寒冷是限制人们进入水下世界的一个重要因素。低于体温的任何水温都会招致水中潜水员的热量损失，而且水愈冷，潜水员身体热量的散失就越快，因而潜泳者能在水下停留的时间就愈短。此外，水的高热导率还会促使潜水员加速自己的新陈代谢以产生更多的热量去弥补失去的热量。

在人类体格检查报告中，用热力学术语记述的人体最高温度约为37℃，这个温度就是生理学家所说的“体温”温度。人体的皮肤温度因环境和身体部位而异，通常接近身体中心部位的温度偏高，而接近身体末端的温度偏低。一般人乐于保持的平均皮肤温度为33℃，而尚能令人承受又无不适感觉的最低平均皮肤温度为31℃。当皮肤温度下降至13℃时，则寒冷会使人疼痛难忍并可能伤及神经。手和前臂单位面积热量损失率与躯干和头部表面的数据比较，前者大得惊人。

潜水服 当水温低于25.5℃时，潜水时必须穿上某种形式的服装。世界海洋中有许多低温水域，这就使潜水员面临着严重的问题。因此有必要说明采用切实有效的隔热材料制作湿式服，以满足投身于今后勘探、开发大陆架及其外海的自由潜泳者的需要。

潜泳者或潜水工作者通常所遇到的热环境是世界海洋的大陆架水域，其承受压力的最大深度约为180米。在某些海域，水温可低到接近−2℃，但最常见的水温则为5℃。

各种不同的水下生命支持系统均应既能为自由潜泳者使用，也能为“虎卡”脐带式装具潜水使用，后者的空气和电热由软管供给。此外，对系统还要求能支持4小时的水下作业。对于工作强度，系统应考虑能在从科学观察员的相对静止到工程潜水员的大劳动量之间变化。

基于上述原因，显然，当潜水员在冷水中工作时，需要某些机构来保持其体温。用来限制热损失率的主要方法是借助于某些形式的隔热防护服装，这种服装还可以保护可能的擦伤及各种海洋生物的叮咬。

与自携式水下呼吸器配套使用的湿式服由氯丁泡沫橡胶制成（正常厚度为4.7毫米或6.3毫米），并且应做得十分贴身以便在潜水员体表形成一个不流动的水层，体温首先使水层变暖，从而减少了体热向海水中散失。基本湿式服由氯丁裤和短上衣组成，靴、手套、兜帽和背心可随意选配。穿用湿式服时，潜水员通常需配带附加重物，如压铅腰带，以抵消浮力。

为在非常寒冷的水中的使用而设计的特殊湿式服与标准型湿式服相似，但在结构上有所改进，以便能从外面供给热水。这种叫做开路的热水湿式服上牢固地装有管路系统，可使热水通过管上的许多小

孔在潜水服内均匀分配热量。热水可来自水面母船或平台，也可直接用水泵输送给潜水员，或者经潜水钟、可潜器或水下居住舱供给潜水员。

干式服，即所谓硬头盔潜水所用的正规潜水服，硬头盔潜水系指过去的一种隔水式潜水方法。在自由潜水中，这种干式服的使用受到一定限制。最早的自由潜水所用的干式服用薄橡胶片制成，除潜水员的手部和面部裸露外，从头到脚都包在潜水服中，这样就可借助暖和的内衣保持住体表散热形成的温暖空气层，从而隔绝寒冷。硬头盔潜水服由两层棉斜纹布中间衬以硫化橡胶片制成。在潜水服内，可根据水温和潜水员的个人习惯，再穿上工作服和若干套内衣。

发展用于自由潜水的现代湿式服是由于干式服曾遇到了不少困难。早期的干式服很难保证水密，而当水密问题解决了时，着装又十分费力。潜水员总是需要两个人协助才能够钻进潜水服，然后还要用一个笨重的"U"形夹子将背部开口折迭和封闭。一旦潜水员钻进潜水服，他要连续作许多动作和躬身弯腰以排出内部的空气，如果不排出空气，那么潜水员在水中有浮力，这样在波浪起伏中或在碎浪区工作时就易于负伤。此外，这些服装的面部零件原是用薄橡胶片制成的，因而需要一定的技巧才能使面罩与服装材料间接触良好，以便保持可靠的防水密封线。现在，干式服及其同类产品已经过不断改进，在极其寒冷的水域中，如南极和北极区最为适用。

现代干式服有两种类型，即闭路热水服和变容干式服。前一种类型包括一件干式服和一种有热水循环的特殊内衣。水通过加热器泵入这种特殊设计的内衣中，然后再返回热源。热水既可来自潜水员携带的加热器，也可来自水面母船上的加热器。而后一种类型，即变容干式服则系一种用闭孔氯丁泡沫橡胶制成的一件轻便式服装，其内再穿上保暖内衣，兜帽和长筒靴并与服装做成一体。潜水服上装有进、排气阀，前者与潜水员的气源相通，开启后可使潜水服膨胀；后者则可排放潜水服内的空气。这样，带有适当压重的潜水员通过操纵上述阀门就可以在任何深度上完全控制其浮力。

压力 两种潜水方法，即硬头盔或系绳式和自携式或自由潜水，都必须给潜水员的肺部和各体腔输送可呼吸的混合气，其压力应与作用于潜水员的水柱压力相等[参见 "流体静压力"]。

置于海洋环境中的任何物体，它们必须能承受海水深度每增加 10 米，压力增加 1 个大气压或 10 牛顿/厘米^2 的压力，或者深度每增加 180 厘米，压力增加 1.9 牛顿/厘米^2 的压力。由于人体组织的密度近似于海水的密度，而实际上又是不可压缩的，所以，人体能承受外部巨大的静水压力，但是，人体内部的气体却服从于波义耳定律。该定律指出，在温度为常数时，气体的体积与压力成反比，或者说，当某一气体的压力增加时，其体积相应地减小。为此，在进行 10 米(等深的相应压力为 1 个大气压)以深的长时间潜水时，潜水员的呼吸气体应予以调整，调整的原则是保持其氧分子数与海平面呼吸大气中的氧分子数相近。应当注意，过量的氧会导致中毒，而太少又会引起窒息。随着压力的升高，强行进入空气潜水员血液中的氮，在 30 米的深度上开始令人有麻醉感，而当深度达到 90 米时，潜水员则会丧失工作能力。应当指出，正是由于后者的关系，现在已有多种呼吸混合气体用于潜水作业。空气也是一种混合气（和蒸汽），其成分通常含氮（78.084%）、氧（20.946%）、氩（0.943%）、二氧化碳（0.033%）及其他稀有气体（0.003%）。这种空气压缩后即可用于潜水。不过，特殊场合的潜水作业需应用多种组合气体或呼吸混合气。

氧是唯一用于支持人体生命的气体，潜水员呼吸混合气中其他成分，只不过是作为氧的载体和稀释剂而已。因为在一定压力下，潜水员呼吸过量的氧是危险的。

在潜水混合气中，氮通常作为氧的稀释剂，但与其他一些气体比较，氮存在若干缺陷，例如，与氦比较，在分压增加时氮会致病，即产生众所周知的"氮麻醉"，其表现特征是潜水员丧失了判断和定向的能力。

氦作为氧的稀释剂，广泛地应用于深潜混合气中。由于其密度低和在深水中的麻醉效应少而优于氮气。但其导热率高，使潜水员的体热散失过快，而且氦氧混合气还会造成语言的暂时失真。

氩、氖和氢都曾在实验中作过稀释剂与氧混合制成潜水员呼吸气体，但是，这些气体并未在正式潜水作业中使用。如果潜水员在深潜中快速返回水面，那么溶于血液和组织中的气体就会以气泡形式游离，因而产生叫做"屈肢症"的减压病。所以，潜水员上升时必须减压以避免这种事故发生，这是让惰性气体有足够的时间通过呼吸或其他自然过程排出体外的一种控制方法。"屈肢病"的成因直到 J.B.S. 何尔丹做了一系列研究后才完全搞清楚。何尔丹首次用减压表的形式建立了一套减压规则。以后都是在他和布尔(Bert)以及朗勃森(Lambertsen)等人成果的基础上发展变化的。不管在水底花费多少时间，只要潜水深度小于 10 米就不需要减压。当大于这个深度时，不需减压的水下停留时间将逐渐减少，而到达水深 60 米时，则减少到 5 分钟。不过，当潜水员一旦在某个深度上饱和，即潜水员不再吸收惰性气体时，则可不受限制地停留在该深度上或相应的压力下，而不需要增加减压时间。

饱和潜水 根据以上事实导出了饱和潜水的概念。美国海军上校 G. 邦德就是用这个概念在 60 年代主持了一系列美国海军的海底生活实验。美国的研究人员 E.A. 林克和法国的考察家 J.Y. 库斯特以及苏联人都曾在他们的水下生活实验中采用了

美国海军的饱和潜水。

饱和潜水的概念可描述如下：为潜水员在海底设置一个掩护物，其内充以适当的混合气并加压至与外部水压相等（深度每增加67.5厘米，则水压增加0.649牛顿/厘米^2）。这样，潜水员在压力下暴露24小时后，其体内所有组织就具有了相当于周围环境的气体饱和度而被认为达到了“饱和状态”。然后，潜水员即可无限地保持受压而不额外增加减压要求（例如，在60米深度上饱和后，出水或减压需要27小时）。所以，减压要求是以深度而不是以水下延续的时间为基准了，例如，一个潜水员在90米深度上饱和，那么不论他在水底的时间是一天还是一个月，他所需要的总减压时间都是相同的（约二天半）。为了对比，现举例如下：在常规潜水的情况下，一个呼吸氦氧混合气的潜水员，他在60米的深度上停留20分钟，则需要1小时的减压时间才能安全返回水面；如果这个潜水员在同一深度上工作了60分钟，那么他就需要2.25小时的减压时间才能出水。因此，常规潜水技术对于减压或逐渐排除在压力下溶于人体组织内的惰性气体（氮或氦）的时间，是随水下时间的延长而增加的。

饱和潜水则不同，潜水员生活在舱室或居住舱内，为了便于工作和研究，舱室有出口直接与海洋环境相通，潜水员有效地工作了若干小时后，可以安全而舒适地回到水下居住舱。由于舱室内外几乎没有压差，潜水员进舱后也就不需减压。这样，经过几天或若干星期的海底有效工作后，按照饱和潜水员总的水下停留时间，当他返回水面时所需要的减压可一次完成。而且，这样的减压还可在船舶甲板上的压力舱内进行。

迄今为止，近海石油工业由于采用了饱和潜水，从而获得了最大的实际效益。

自携式水下呼吸器的类型　自携式水下呼吸器（SCUBA）装具有开路式、闭路式和半闭路式三种基本类型。

开路式装具吸入的空气来自潜水员携带的气瓶，呼出的气体则直接排放于周围的水中。

基本闭路系统吸用气瓶中的纯氧，呼吸过的气体则反复在装具内循环。气体通过一个化学过滤器清除二氧化碳废气，呼吸中消耗掉的氧由气瓶中的氧不断予以补充。呼吸混合气的闭路系统对氧浓度的传感和控制采用电子系统。这种装具因保持纯氧重复循环使用而具有无气泡的特点，从而改善了深水作业的能力。

第三种基本类型是半闭路装具，它结合了其他两种系统的特点。这种装置采用混合气，装具使混合气通过一个二氧化碳清除罐进行再循环，并不断从供气瓶向系统中补充少量富氧混合气。所补充的流量是预先规定的并以满足人体代谢氧的需要为准。这种部分再循环的混合气，即与补给流量相等的混合气不断地排入水中。由于氧气的补给量是一个常数且与深度无关，因而在潜水中，半闭路式装具比开路式装具的持续时间大大延长了。

潜水的重要性　总之，直到50年代初期自携式水下呼吸器（SCUBA）问世以前，就连邻近大陆的浅水区，对许多人也是“望而却步”的。但是，自从这种潜水装备问世以来，其生产和使用却以惊人的速度增长着。虽然我们无法掌握确切的统计数字，但估计仅在美国至少有50万民间潜水员使用自携式装具。有了这样的装备，那些水下活动的积极分子在大洋上层犹如鱼一样自由，而且任何人一旦冒着风险进入水下世界，他就一定会有一种回到人类祖先“老家”的感觉。

不管这种意识是真实的还是受先入为主的影响，这一点并不重要，重要的是这确实有助于为水下工程作业或科学研究提供未来需要的大量潜水员。实践证明，人类判断和用双手操纵事物的能力是不可能用任何机器重复实现的。但是，为了安全地完成日益增长的各种水下机械工程任务，需要潜水员和机器一起共同工作。这种合乎要求的人机组合包括：自由潜水员携带各种手动工具；自由潜水员控制和操作工作包；自航或系绳式可潜器内控制机械手的作业人员以及装有电视系统的水面控制机械手系统等。

潜水员所能做的工作类型和海洋本身一样千变万化，其包括的工作范围极其广泛，从水下公园、水下考古、打捞作业、水下海战和水下仓库直到从洋底提取石油和固结矿物、海上水产养殖、先进的商业海洋渔捞技术、海底废物处理等。

促使人类能在更深水域中进行有益的工作，必将持续发展，直到发现在生理上或行动上确实有无法克服的困难阻碍人们向更深的水域进军为止。当然，随着工作深度的增加，人类将被迫减少直接完成各种水下任务的活动，而遥控机械手将用来弥补人类本能的不足。

潜艇(SUBMARINES)

见“海洋工程”。

潮汐(TIDES)

世界上海平面周期性涨落的现象。在很多沿岸地区内，海平面由于受月球和太阳的引力作用，每日两次涨落。所有水体经受潮汐作用的程度取决于它们的尺度和所处水域的形状。例如苏必利尔湖的潮差（水平面在高潮和低潮时的垂直距离）仅为5厘米，相反在加拿大的芬地湾，具有世界的最大潮差（13.5米）。世界平均潮差为0.76米。与落潮和涨潮有关的潮流，在冲刷和淡化河口和港湾以及保持它们的水道通畅方面起着重要的作用。

希腊探险者皮特阿斯首先将潮汐与月球相联系。在公元前4世纪，皮特阿斯离开马赛，扬帆出航，通过直布罗陀海峡绕行英国诸岛。因为地中海

潮差仅为 10—15 厘米，而在英国海岸观察到的最大潮差达 13 米（塞文河口）。所以，皮特阿斯就认为潮汐和月球之间可能有某种关系。埃尔德和鲁弗斯（亚历山大城的生物学家）在公元 1 世纪也做了类似的观察。直到 1687 年牛顿在他的《数学原理》一书中建立了万有引力的概念，在了解了太阳系中任何物体的万有引力和潮汐之间的关系之后，关于潮汐的研究才有了实质的进展。

月球和太阳是控制地球上潮汐的两个万有引力源。虽然太阳系中较大的一些行星同样对地球上的潮汐有影响，但是，它们的影响是很小的，因而在许多计算中可以忽略不计。太阳对地球的万有引力虽然是月球对地球引力的 2.7×10^7 倍，但是，由于太阳距地球为 14.96×10^7 公里，使得它对潮汐的影响仅为月球的 46%（386160 公里），这是由于万有引力产生的引潮力正比于物体的质量，而与两物体之间距离的立方成反比的结果，

如果我们想象对某一个时刻地球 - 月球体系是静止的，显然，正好处在月球下面的水距月球的距离比地心到月球的距离近 6436 公里，相反，在地球的另一面，水又比地心到月球的距离远 6436 公里。根据上面所说的质量和距离的关系，则月球对它正下方的水的拉力比对水下面的地球大，结果使近月球一边的地球上的水轻微上涨，在地球的相反的一面，情况相反，但结果是一样的。比水更靠近月球的地球产生稍微远离水的运动，致使地球上相对月球较远的一边的水上涨，结果在月球的正下方和其对应着的背月方向产生高潮，而围绕着垂直于地球 - 月球轴的平面内的水层变薄，构成了蛋壳形，产生了低潮。



图　涌潮（潮波的峰涌入河口）侵入芬迪湾，在某些河口涌潮可达 8.3 米

地球自转一周为 24 小时，月球围绕地球旋转一周为 27.3216 天，两者相结合构成月球绕地球公转一圈为 24 小时 50 分钟。这样，世界海洋每天出现两次高潮和两次低潮。即所谓的半日周期。这样的潮差受太阳与地球和月球相对位置的影响。当地球、月球和太阳运行到一条直线或接近一条直线时（满月或新月——朔望），此时，引力最大，产生特别高的高潮——称为大潮。另一方面，当地球、月球和太阳相互成直角（四分之一月，方照）引力抵销，产生特别低的低潮，称为小潮。

不幸的是，对于潮汐预报，实际的情况并不像上面描写的那么简单。首先，太阳的赤纬（地球赤道的平面和它与围绕太阳公转之间平面的关系）每年自赤道南到赤道北变化 23.5°，并且月球的赤纬每月自赤道南北变化 28.5°。因此，在赤纬的顶点，一个高潮波在北半球，而在地球的另一面，这个高潮波却在南半球。赤道的这种补偿就构成对任何纬度上的一点，每天都经受一个较高的高潮和较低高潮，以及一个较高的低潮和较低的低潮。换句话说，每天的两次潮汐仅仅在月球位于赤道平面中（上升交点或下降交点）和朔望出现时，才接近于相等。

潮汐预报由于很多附加因素而变得十分复杂（诸如科氏力的影响、大陆的位置、海域的形状和尺度等）。每个海域，由于它的几何形状不同，振荡频率也随之不同。因而，假如海域的振荡频率为一个天文周期，那么就有一个共振频率。例如，地中海的自振频率不同于潮汐周期，所以它的潮差仅有 10—15 厘米。大西洋最符合于半日潮，所以每天都有两次高潮和两次低潮。太平洋的某些地区符合于混合潮，其中有两次高潮且在两次高潮之间有轻微的一次落潮，紧接着是一次低潮。在其他一些区域，如圣迈克尔和阿拉斯加以及围绕墨西哥湾的一些地方，只有全日潮，或者只有一个单高潮和一个单低潮。另外，诸如波多黎各各岛、所罗门群岛几乎没有潮，称无潮点，此处只有很小的潮汐起伏。

由于潮汐问题的复杂性，因此，不能仅用数学公式预报潮汐。为了能够推测未来潮汐，必须在世界很多地区、在很长的时间内，进行实际观察和测量（利用验潮仪）。这种推测只有在得到所有潮汐种类（包括各种独特的潮汐周期）和所确定的每种潮汐振幅的谐波分析之后才能完成。曾经有过在一年的周期内，预报最好的一次结果是 0.03 米潮高，当然，这是以其他各种原因所产生的海平面的起伏忽略不计为前提的。

在赤道，潮波的波长最长，可达 20 113 公里，其传播速度为 1666 公里/小时。潮波波长和传播速度随纬度的增高而降低，在极地两者均为零。因此，潮汐是浅水波并受海底的影响〔参见 "波浪"〕。即使是在最深的海洋中也是如此。由于这种影响的结果，当潮波穿越大洋时，比月球迟到一会儿。当波靠近海岸时，随着深度的减小，海底的影响增加，波峰成为阶梯形。在某些河口，某一段时间内，河流足以阻止潮波的进程。但是，最终的结果是潮波使水深超过河流水的高度，这时，呈显著波浪形式的波峰扫过河口，出现涌潮。最大的涌潮在中国的钱塘江口，波高可达 7.6 米。另外已知的涌潮也出现在亚马孙河口，英国的塞文河口、加拿大的帕蒂科迪亚克河和法国的塞纳河、奥恩河和吉伦特河。

潮波（TIDE WAVE）

见"潮汐"。

潮汐种类（TIDAL SPECIES）

见"潮汐"。

鲨（SHARK）

软骨鱼类（Chondrichthyes）约 250 种中任何一种的统称。这些鱼类属于板鳃亚纲（Elasmobranchii）（鲨和鳐）。鲨具有进化完好的、铰合的颌；在头部两侧有五到七个鳃孔或鳃裂；一副软骨骨骼包着一层薄薄的并非骨化的钙化层；在头部有感觉器官〔称做罗伦氏壶腹（Ampullae of Lorenzini）〕和坚硬的鳍。鲨的眼睛可由一层不透明膜（瞬膜）遮护着，以免受到物理、化学上的刺激。这种动物的鳞或皮齿，主要是齿状结构。

鲨这一类群在世界上各海洋中都有，不过主要见于热带和亚热带地区。某些种常在沿海区域，少数进入淡水，而其它的则栖息于大海之中。所有的鲨都是肉食的，具有贪婪的食欲。大多数是食腐肉的，但更好吃鲜而肥的鱼。不过据观察，鲨鱼吃柔鱼、海豹、海鸟、其它鲨类、海龟、龙虾、垃圾和人。

特征 鲨体长不等，从 30.5 厘米到 12 米多，而且依种类不同，其习性也不同。典型鲨的某些比较有趣味的特征如下：

• 鲨的鳍不像硬骨鱼类的鳍那样柔软（尾鳍除外）而且不能用以推动前进。这样的鳍型构造说明鲨一旦超越目标，不可能马上转回身来，它必需回转出去，并重新进行 8 字型的逼近来寻求目标或索饵。

• 鲨脑子虽小，却具有很发达的嗅觉，这使它们能觉察到海水中少量的血液。尽管它的视网膜在解剖学上较低级，然而鲨仍可能具有非常敏锐的视力。也具备一种听觉，能感知声音（或压力波振动），如由在水中挣扎的鱼所发出来的。这种察觉是由感觉器官和罗伦氏壶腹实现的，壶腹是一种特化的感觉器官，每一个具有小的敏感的孔，位于这种动物的吻上。这些孔与一个充满液体的神经管网相连，神经管网起着脑的接受器的作用。利用这些器官和壶腹，这种动物显然不仅可以探查到水温的变化，而且也可以探查出最轻微的水压波动〔参见 "罗氏壶腹"〕。

• 鲨具有非常发达的铰合颌，其上颌具有一段长的延伸部。一条吃食的鲨张开的口很像一只钢夹子。鲨鱼密密麻麻锐利的磨石般的牙，围绕两颌排成 4—6 行；前排（或几排）功能齿可以容易地切断许多种缆索接钩绳。后面是备用的几排，全都向后倾斜。这几排备用的齿，穿过颌内一层坚硬的膜状组织，当外边的齿周期性地脱落后，用来取而代之。一个单独的鲨鱼牙齿，每 2 平方厘米的面积上可承受 60 公斤的力。在下颌上的牙齿用以托住猎物，而在上颌上的牙齿把猎物撕裂开。

• 鲨具有令人难以置信的肌系，它们能够显示出很难估计和分析的力量和生命力。它们是令人摸不透的动物，当被钩住后，一会儿可能是驯服的，接着又会放肆起来。

• 在四个主要鱼的类群中，鲨及其亲族（鳐和魟）是最原始的，它们从泥盆纪时期（大约开始于 3.1 亿年前）传下来只有肤浅的变化〔参见 "鳐"〕。与此相反，硬骨鱼类从同一个时间计算，已经进化成许多特化的种。鲨的骨骼是软骨，仅有两颌和少数鳍棘是骨质的；因此，它们是可能做为化石保存下来的仅有的部分（软骨是在人耳和鼻中柔软的结构物质）。

• 由于它们具有极端的适应能力，鲨在其它海洋生物灭绝了的时候存活了下来。它较之硬骨鱼类进化得更早一些。与后者随便在水中产卵的习性相反，小鲨是胎生——每次 6 到 60 个。大多数鲨有 8—9 个月的妊娠期；可是角鲨需要 22 个月。鲨一生下来就具备一套完整的牙齿。它们出生以后马上离开亲鱼——走运的动作，这里所说的"走运"是因为亲鱼经常在它们生下来后不久就吃掉它们。一些鲨是卵生的〔如猫鲨（*Scyliorhinus canicula*）和斑猫鲨（*S. stellaris*）〕并把卵产在人们常称之为"美人鱼的钱袋"之中，一种皮革样的壳，在其中盛着它的胚胎。

• 鲨的性别容易区别，因为雄鱼具有一对交接器称之为鳍脚（clasper）。这种管状附器沿腹鳍内缘生长而成。鳍脚像一个扩张器，由内部软骨支撑，并具有一个以皮褶覆盖着的内侧沟槽，把精液引导到

雌性生殖孔(泄殖腔或输卵管)中。

·与大多数硬骨鱼类不同,鲨不具备鳔(一种内部的气球状袋子,可以充满气体使鱼轻些,并帮助它漂浮起来)。这样,鲨通常需不停地活动着,以便漂浮在那里。某些种鲨用吞咽空气到胃中的方式来克服这种缺点,而少数其它的鲨(例如某几种真鲨科的鱼)利用积极地把高含氧的水吸进它们的鳃,可以保持几小时不动。一些栖息在海洋中层的、不大知名的鲨具有发达的大型肝脏,其中含有烃油脂。这种比水轻的肝油帮助这些鲨停留在需要的水层。

·虽然大多数鲨的嘴里长满异常强壮的牙齿,用来俘获、切断、咬碎猎物,但最大的鲨,鲸鲨(*Rhincodon typus*)和姥鲨,却以浮游生物(漂浮的微小植物和动物)为食。另外,长尾鲨(*Alopius vulpinus*)具有一条同它身体其余部分一样长的尾巴,它用它的长尾反复在穿过的鱼群中抽打。然后,被打晕的鱼就被这些贪食的动物吃光。

·鲨常有称为舟鰤鱼(*Naucrates ductor*)陪伴。传说它们将其主人领到猎物那里去,实际上可能它们仅仅是从鲨鱼体上清除寄生虫。另一种旅伴是鮣(*Echeneis naucrates*),它用吸盘把自己吸附在鲨鱼身上。

·鲨有一条非常短的肠道:一条3米长的鲨,只有2.7米的肠道。而一位高1.8米的人,却有7.5米的肠道,食物保存在其中相当长,被一种特殊的瓣所消化,这是肠子的褶皱,它们的形状可使食物在其中沿螺旋路线而不是以直线通过。显而易见,这种路线增加了吸收表面。同样,其胃中的消化酶,叫做鲨胃蛋白酶,在温度大大低于温血动物的温度下是很有效力的。无法消化的物质很容易被鲨吐出来,为另一餐腾出空来。

·许多种鲨是有高度区域性的,而每个动物有一个自己的空间,进入这个空间去冒险是不安全的,因为闯入者将一律受到攻击。

鲨对人类是危险的 鲨总是令人迷惑和恐惧。公元492年赫罗杜特斯写道,船只失事的幸存者被塞萨利沿岸外海的海怪所杀害和吞食。由于它那撕裂用的牙齿和攻击的方式,大普利尼把鲨称为狗鱼(dogfish)。不过,直到十六世纪中叶英文"鲨(shark)"这个字才进入说英语的民族的词汇中。尽管其来源是不能肯定的,一般认为英国海员把听到德语中"schurke"意为"坏蛋"的这个词,用到鲨身上来。

尽管250多种鲨中只有约27种"坏蛋"是攻击人的,但所有体长0.9米以上的鲨都具有潜在的危险性。被认为对潜水者或游泳者最有关的四个科的成员是:

1. 鲭鲨或噬人鲨科(isuridae)
2. 真鲨科(Carcharhinidae)
3. 锥齿鲨科(Carchariidae)
4. 双髻鲨科(Sphyrnidae)

这些科的代表是以下这些鲨:

·噬人鲨(*Carcharodon carcharias*)(鲭鲨科)是残酷的、有攻击性和游得快的一种鲨鱼。几桩人类被攻击的事主要与这一科有关。与众不同的特征是其粗壮的躯体,月牙形的尾鳍和粗锯齿状的牙齿。体色上部为石板褐色、石板蓝色、灰色或几乎是黑色的。向下逐渐变为灰白色。胸鳍顶端也是黑的,附近常带有一些黑色斑点。这些鲨长可达10.9米或更长,广泛分布于世界的热带、亚热带与温带的海洋中。

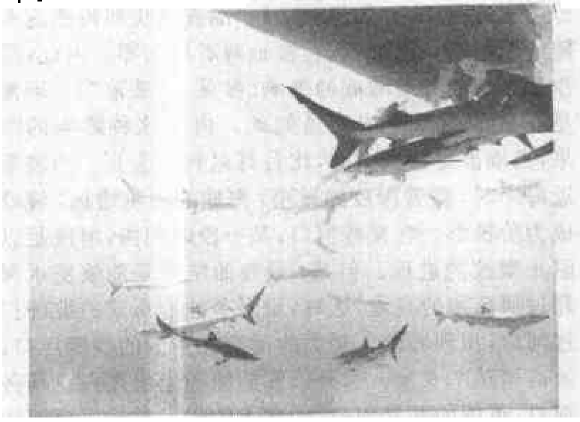


图1 作为最古老的一种鱼类,鲨几乎在3亿多年来保持不变。它们见于世界各大洋中,在近岸处沿海底索食;当在深海时,则贴近海表面。它们全是食肉的

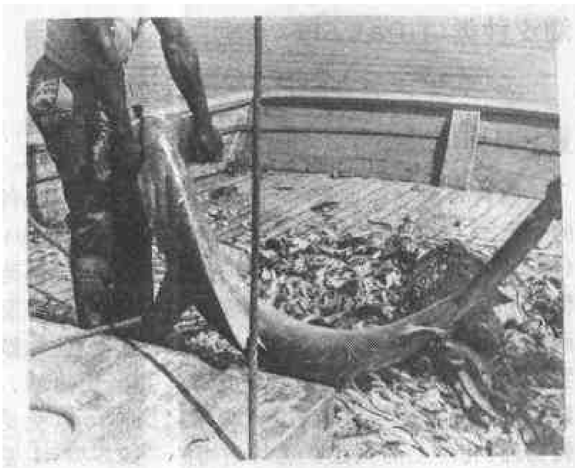


图2 一位渔夫抓住一尾被虾拖网捕住的双髻鲨。这种动物是一种食人鲨,大量见于所有海洋中的较暖水域,包括地中海

·居氏鼬鲨(*Galeocerdo cuvier*)(真鲨科)当受到刺激时,是一种精力充沛和有力量的游泳者。虽然它通常倾向于食腐肉,但有些对人类的攻击仍归诸于这种鲨。明显的特征是它那非常短而钝的口鼻部,宽大的刀片样的不规则三角型的锯齿般的牙齿;和急剧突出的尾巴。它是灰或浅灰褐色斑驳的,而在上部较体两侧为深。它可达9.1米长,但通常只有这个长度的一半。居氏鼬鲨广泛分布在所有热

带、亚热带海洋中。近岸远洋都有。它是热带最普通的大型鲨。

・锥齿鲨（*Carcharias taurus*）（锥齿鲨科）在近岸海底或紧贴海底生活，并具有贪婪的食欲。在胸鳍前有鳃裂。第二背鳍大约与第一背鳍一样大。第一背鳍完全位于腹鳍之前。体色，上部淡灰褐色，腹部白色。从胸鳍向后点缀以圆形、椭圆形的黄褐色斑点。锥齿鲨长可达3米。它们栖居于从缅因湾到佛罗里达西部大西洋和南巴西海，以及地中海、热带西非洲，东大西洋的加纳利群岛和佛得角群岛。

・双髻鲨（*Sphyrna diplana*）（双髻鲨科）是一种强有力的游泳者，可以经常在水面、沿岸或在远洋中见到它们；据知它是攻击人的。其身体上部烟灰色，向下渐退为白色。由于横向扩展的头部，两眼位于其外缘是其特征。长可达4.5米或更长。有密切亲缘关系的种广泛分布于所有海洋（包括地中海）的温热带海域。

大青鲨（*Prionace glauca*），长鳍真鲨（*Carcharhinus longimanus*），灰鲭鲨（*Lsurus oxyrhynchus*），印度-太平洋的沙锥齿鲨（*Carcharias arenarius*）和黑鲸真鲨（*Galeolamna macrurus*）在那些攻击人的鲨鱼中也是非常著名的。这些鲨鱼无缘无故攻击人的记录臭名昭著，很是广泛（在过去50年来大约有900次）。此外，可能很容易被列入表内的危险性种类有灰真鲨（*Carcharhinus obscurus*），海湾真鲨（*C. lamiella*），恒河真鲨（*C. gangeticus*），湖真鲨（*C. nicaraguensis*），斑鳍真鲨（*C. maculipinnis*），短吻柠齿鲨（*Negaprion brevirostris*），太平洋鼠鲨（*Lamna ditropis*），黑印真鲨（*Carcharhinus menisorrah*），鼠鲨（*Lamna nasus*），白边真鲨（*Carcharhinus albimarginatus*），赞比西河真鲨（*C. zambezensis*），斑纹须鲨（*Orectolobus maculatus*），路氏双髻鲨（*Sphyrna lewini*），锤头双髻鲨（*S. zygaena*）和灰鲭鲨（*Isurus glaucus*）。

分类　所有这些在解剖学上独特的海洋动物可以分成两大类群：鼠鲨类（galeoid）（galeoid 应译为锯尾鲨类。鼠鲨类原文应为 lamnoid，但目前国内外都以鼠鲨作为此类群的代表，译为鼠鲨类较好。而且，伯格（Berg）书上的分类，galeoidei 和 Lamniformes 两字是可以通用的，故此处 galeoid 译为鼠鲨类。——译注）和角鲨类（squaloid）。分属这两种不同类群的鲨在颌的大小、齿型和鳍的结构等方面有些不同，例如，角鲨类不具备臀鳍。

鼠鲨类由鲭鲨类组成，包括居氏鼬鲨，鲭鲨类包括鼠鲨属和真鲨属鱼类。

鲭鲨类包括须鲨科（Orectolobidae）（例如须鲨），锥齿鲨科（Carchariidae）（例如锥齿鲨），剑吻鲨科（Scapanorhynchidae）（例如欧氏剑吻鲨），鲸鲨科（Rhincodontidae）（例如鲸鲨），姥鲨科（Cetorhinidae）（例如姥鲨），鲭鲨科（Isuridae）（例如鲭鲨）以及长尾鲨科（Alopiidae）（例如长尾鲨）。

真鲨类包括猫鲨科（Scyliorhinidae）（例如，猫鲨），拟皱唇鲨科（Pseudotriakidae）［例如，南非猫鲨（dogfish）和斑点丽鲨（leopard shark）］，真鲨科（Carcharhinidae）（由60多种鲨组成，如大青鲨、鼬鲨等）以及双髻鲨科（Sphyrnidae）（例如锤头双髻鲨）。

另外一种主要的鲨类群是角鲨类，它包括角鲨科（Squalidae）（白斑角鲨），铠鲨科（Dalatiidae）（铠鲨），锯鲨科（Pristiophoridae）（锯鲨）以及扁鲨科（Squatinidae）（扁鲨）。

白斑角鲨（*Squalus acanthias*）是一种小型鲨，长达1米，见于大西洋和太平洋沿岸。亲缘很近的角鲨科鱼类见于全世界所有温、热带海洋中。

角鲨科鱼类与大型鲨鱼之不同在于它们没有臀鳍。所有角鲨的另一形态特征是它们有两个短而坚固的毒刺，每个紧挨着背鳍的前方。虽然角鲨的行动有点迟缓，但这并不妨碍它们被网捕获后以很大的气力到处猛烈冲撞。而它的刺可能对人造成疼痛的创伤。其毒液是一种在每一根刺的浅沟中闪光的白色物质。毒性分泌液随着刺进入皮肤之中。

1976年末，在夏威夷东北海域152米深处捕获到鲨鱼的一个新的科、属、种。这条特殊的鲨，有点像锥齿鲨，长4.6米，具有一个非常特殊形状的大头和大嘴，短吻，以及特殊的鳃结构。这种鱼得到一个“大嘴”的浑名。

其实，鲨每个部分都有商业用途。例如，肝常富集维生素A；大多数鲨肉在世界上许多地区做为人们的食物，充作鳎、鲟、鳕等的鱼片出售。其皮革由于它的皮面粗糙（钙质表皮）成为一种优良皮革；这种鱼的其余部分，可以转化成动物饲料和肥料。

蝴蝶鱼（ANGELFISH）

蝴蝶鱼（Angelfish）有时误称为 butterfly fish。这一名字是用来作为任何一种属于鲈形目（Perciformes）蝴蝶鱼科（Chaetodontidae）有密生的齿、约有150种海水和淡水硬骨鱼的名称。这些艳丽的箭头形状的鱼具有扩大了的翼状背鳍和腹鳍。

海水蝴蝶鱼主要分布在热带海域珊瑚礁之间和大洋浅水区域［参见　“珊瑚礁”］。

这些鱼类具有一些有趣的特征，它展示出奇异的色调和造型，身体可长达61厘米。例如，睫毛刺蝶鱼（*Holacanthus Ciliaris*）具有全黄色的尾鳍和胸鳍。颈背的斑点是有圈的并有鲜明蓝色斑点。而百慕大蝶鱼则缺乏斑点，而且只有尾鳍和胸鳍的外缘是黄色的。这些特殊的种自行杂交，出现颜色的变异。蝴蝶鱼有小的树杆状嘴，嘴内的许多小齿用来捕获它们赖以生存的小无脊椎动物［参见　“无脊椎动物”］。有些种具有伸长的吻部，尽管它们并非好的游泳者，但这些鱼特别能从所处的分枝珊瑚间隙中摄取食物。但食肉动物伤害它们的机会并不多，显然这是由于它们的肉味并不鲜美的缘故。此外，它们鲜艳的色调也许会警告来犯者，具有这些颜色的鱼是有毒的或者是有刺的，但是它们并不是有毒的，而且也不会刺伤其他生物。

有些蝴蝶鱼幼年时是单独栖息的，以后一旦找到配偶就会终止单独栖息的生活。蝴蝶鱼具有强烈的地方性，并用颜色驱赶闯入者。

墨西哥湾(GULF OF MEXICO)

西大西洋的一个海湾，近似于圆形，四面在美国、墨西哥和古巴的怀抱之中。其南部和东南部的范围定为：从尤卡坦半岛的卡托切角，越过尤卡坦海峡，到古巴西岸的圣安东尼奥角，然后经古巴、德赖托图加斯岛、里贝卡肖尔岛、佛罗里达群岛，到佛罗里达湾东端大陆的连线为界。有尤卡坦海峡与加勒比海相通，经佛罗里达海峡与大西洋相连。墨西哥湾总面积为154.3万平方公里，容积为233.2万立方公里，平均水深为1512米，最大水深为3871米，出现于墨西哥近岸的锡格斯比海渊。

除了尤卡坦海峡和佛罗里达海峡以外，陆架连

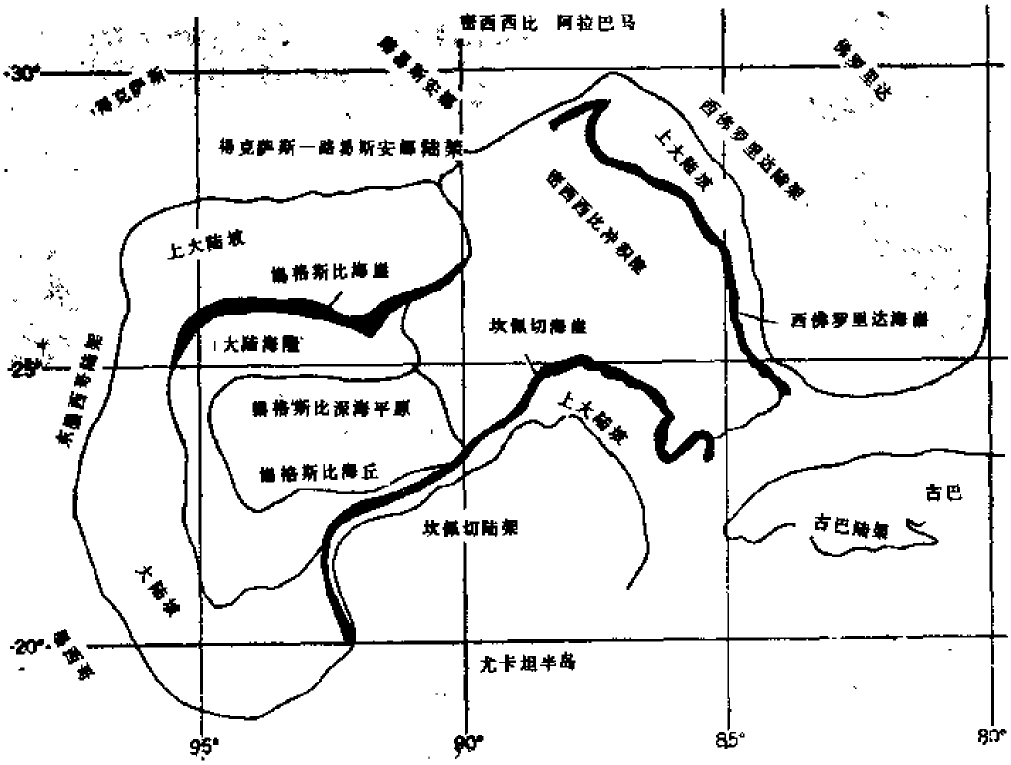


图　墨西哥湾

续地环绕着整个海湾的边缘。陆架的宽度以西部边缘(东墨西哥陆架)为最窄；以尤卡坦半岛近海(坎佩切陆架)、得克萨斯和路易斯安那(得克萨斯一路易斯安那)陆架和佛罗里达西岸近海(西佛罗里达陆架)为最宽。陆架上的沉积物，佛罗里达近海为碳酸盐岩屑，密西西比与路易斯安那近海为泥和粉砂(来自密西西比河)，其余的大部分陆架为沙和粉砂。在得克萨斯近岸，有一沉积海沟，沉积物的厚度达15240米。在陆架的北部和南部边缘，蕴藏着巨大的油矿床。

同样，大陆坡也连续地围绕着该湾的边缘分布，为著名的最陡陆坡之一，接近深海盆时急剧地下倾。陆坡的坡度，水深为69米的断裂处为2米/公里，后来，渐增到57米/公里。在陆坡与大陆海隆相切处附近，湾之北部、东部和西部的海底斜坡都达最大(39°)，称之为海崖(西佛罗里达海崖、锡格斯比海崖和坎佩切海崖)。该陆坡多坎坷、参差不齐，这也许是由沉积的塌陷造成的。从海崖的基底开始往外，大陆海隆逐渐消失，形成平坦的深海平原，通常称之为锡格斯比海渊，为世界上最平坦的深海平原之一。

在该湾海盆的东部，居于显著地位的是密西西比河冲积锥，它从西佛罗里达海崖顺坡而下，直达锡格斯比海渊。这一巨大的楔形灰粉沙锥，无疑是海平面低水位时期——可能是末次冰期，由密西西比河冲积下来的。今日的密西西比河，溯源于中北部明尼苏达州的艾塔斯卡湖，源头的流量很小。整个流域归并了250条支流，排水的面积为323.6259万平方公里，每年排泄掉2700万立方公里的地表土壤，都流入到38 835平方公里的三角洲和墨西哥湾内。当往南冲刷到卡戈、伊利诺斯的大陆冰川退缩时，密西西比河流域所能搬运的沉积物一定会远远大于今日的数量。

混浊流把物质从密西西比冲积锥搬运到深海平原的平坦海底，仅受一些小海山，如著名的锡格斯比

海丘的阻挡，有的海山高出海底366米以上［参见“混浊流”］。普遍认为，这些海丘是由盐丘形成的，即由于覆盖在上层沉积物的重量，迫使深层的盐层受到挤压，结果成粘滞性地向上涌渗，成为变态的沉积物，就是盐丘。盐丘一般沿着得克萨斯一路易斯安那海岸和墨西哥海岸分布，往往是油、气和硫的资源。

墨西哥湾的海水环流主要由尤卡坦海峡流入，在湾内往东弯曲，流经佛罗里达海峡后，成为佛罗里达海流。后来，就成为湾流。尤卡坦海流源自大西洋水，由大、小安的列斯群岛中间的一些海峡流入加勒比海。该海的潮汐为全日潮性质，潮差为0.3—0.6米。

鲣鱼(SKIPJACK)

见“金枪鱼”。

16 画

噪声(NOISE)

见"水声"。

鹦嘴鱼(PARROTFISH)

属鲈形目(Perciformes),鹦嘴鱼科(Scasidae),约有300个品种,它们是颜色众多的硬骨鱼,鱼名是从牙齿类型引伸出来的。牙齿连接在一起,在嘴的前部形成一喙。栖息在世界海洋的热带礁石地区[参见 "珊瑚礁"]。成年鱼的长度变异很大,虽然有的长达3.6米以上,但一般平均为30厘米到1.8米。它们的食物包括大叶藻、海藻和珊瑚[参见 "海藻"]。有几种鹦嘴鱼(如 *Scarus guacamaia*)具有奇特的能力,夜间在身体周围分泌一层粘膜形成宽松的裹尸布状的外罩。在嘴周围的外罩上有一开孔使水能进入,在背上另有一孔使水能从此排出,白天鱼可从粘膜内破门而出。

鹦鹉螺(NAUTILUS)

鹦鹉螺(船蛸)是船蛸科(Nautilidae)中的一种奇特的头足类动物的统称。船蛸科是船蛸目(Nautiloidea)的唯一的一个科。鹦鹉螺(*Nautilus pompilius*)是唯一有名的种。

参见 "乌贼";"章鱼";"海洋贝类";"柔鱼"。

儒艮(DUGONGS)

见"海牛"。

鲷(PORGY)

见"油鲱"。

鲸(WHALES)

指鲸目(Cetacea)中大约37种大型海洋哺乳动物中的任何一种。鲸的身体呈流线型,宽大的尾巴用来游动,双肢(硬质骨骼鳍状肢)用来平衡,没有外耳和鼻孔——只有一个小孔通向耳鼓和一个在头顶部的喷水孔(须鲸有两个)通向巨大的肺。

鲸、鼠海豚以及其它类似的有流线型身体的动物,都属于水生哺乳动物鲸目[参见 "鼠海豚"]。鲸目中真正的鲸又分为两大类,须鲸[须鲸亚目(Mysticeti)]和齿鲸[齿鲸亚目(Odontoceti)]。

须鲸(Baleen Whales) 须鲸没有牙齿,在它那巨大的嘴中取而代之的是一个奇特的但效率极高的捕食器官。它们是由300多片悬垂于口腔中的角质片组成。构成这些角质片的物质称为鲸须(whalebone 或 baleen)(实际上是角蛋白或变异的皮肤衍生物)。这种物质结实而稍有韧性,每片的下端呈粗纤维散开,这样这些薄挡板形成了一个筛子,通过它,将吞进口中的水滤掉,留下浮游生物小型甲壳类(如磷虾和小鱼)。

大约有10种须鲸,最小的是小露脊鲸(*Caperea marginata*),大约6米长。最大的是蓝鲸(*Balaenoptera musculus*),有时称做西巴尔德鳁鲸,或硫磺腹鲸,因为它腹下面长满厚厚的硅藻使它呈黄色。它是有史以来最大的存活着的动物,长达30多米,重160多吨。刚出生的幼蓝鲸长7米,而它从一个卵细胞发育到这样大仅用了十一个月。据说这样的幼鲸每天需要半吨以上的乳液。据估计一只蓝鲸在它一生的头五年里以平均每天40.8公斤的速度增长。为了供给游动,保持体温以及像消化、呼吸之类过程所需的能量,一只重90吨的成年蓝鲸每天消耗食物1吨以上(蓝鲸仅索饵半年)。这种动物的心脏大约重545公斤,舌约重294.8公斤。

另外五种须鲸是:长须鲸(*Balaenoptera physalus*),大须鲸(*B. borealis*)和三种较小的鲸,拟大须鲸(*B. edeni*)与两种小须鲸[小须鲸(*B. acutorostrata*)和南极小须鲸(*B. bonaerensis*)]。长须鲸平均不长于20米,大须鲸长17米,拟大须鲸和小须鲸分别平均为14米和9米。座头鲸[(*Megaptera novaeangliae*)其学名拉丁文大意为"大翅膀的新英格兰人"]也小于大须鲸,平均在14米左右。另外一种使人感兴趣的须鲸是灰鲸(*Eschrichtius robustus*),很明显,它是一种不需要什么休息和食物就能作长距离洄游旅行的动物。藤壶和皮肤色素使这种鲸外貌呈现斑纹。

鲸脂是在大多数鲸类身上由薄外表皮保护着的厚厚的脂肪层,它使鲸与其所在的冰冷的水隔离开。它与人的脂肪类似,也起食物库的作用。鲸油是捕鲸业最渴望得到的商品,它大部分来自鲸脂。今天,这种油大部分用来制造人造黄油和肥皂。有些鲸肉被食用,而大多数的这种动物被用来做家畜的饲料或用来制做肥料。

须鲸大多是温带和寒带海域动物,主要是南极动物。冬天它们离开在南极的索饵场向赤道洄游,进入较暖和的水域并生产养育后代。例如,南极露脊鲸[黑露脊鲸(*Eubalaena glacialis*)和澳洲露脊鲸(*Eubalaena australis*)],据说它们通常以每小时6海里的速度来往游弋于阿根廷外海到南极洲繁殖场间。每年作一次4000海里的洄游。这些动物平均长17

米。巨大的头是身体其余部分的三分之一。没有背鳍。

北极露脊鲸(Balaena mysticetus) 常见于北极和亚北极海域。在最近300年间，它们的数量急剧下降，开始在欧洲北极海，然后是加拿大东方北极海和鄂霍次克海[参见 "鄂霍次克海"]。在楚科奇海以及晚些时候在波弗特海对北极露脊鲸的大规模捕杀已进行了近100年。从1947年起，这种动物受到了国际捕鲸管理公约(International Convention for the Regulation of Whaling)以及随后1972年的海洋哺乳动物保护条例(MMPA)和1973年的危亡动物条例(ESA)的彻底保护，以便不受大规模捕杀。

所谓真鲸(right whale)(即露脊鲸)，其名来自早年的捕鲸者。他们认定这种鲸是"真正"适于猎捕的一种鲸。对于这些捕鲸者来说，的确如此，因为这种鲸游动慢，死后不下沉，又贮存着特别丰富的鲸油和鲸须，而且早年的捕鲸者，将这些鲸须片用于许多产品，如妇女紧身胸衣、伞架、表的发条、鱼叉头、刀柄和工艺品(装饰手工艺品——通常是雕刻)。

与其它鲸不同，在露脊鲸身体的不同部位有一些硬皮组织，它们是厚几英寸的增生白色皮肤斑块。这些硬皮似乎主要起偏转水花的作用，特别是当鲸跳出水面时，防止水进入喷水孔。另外，有些鲸如同流动的岛屿一样，让各种动、植物栖息在上面，如一头座头鲸可在背上、鳍上以及腹部携带半吨以上的藤壶。

齿鲸(Toothed Whales) 齿鲸没有鲸须，而且牙齿的排布随种的不同而不同。这种差别从某些鲸的260个齿到某些鲸的一对齿不等。角鲸的左上犬齿可长达2.4米，呈螺旋形长牙状。抹香鲸(*Physeter catodon*)是齿鲸中主要的一种，它是一种在很深的海洋中捕食的深水动物。这些抹香鲸冬天在热带沿岸海域繁殖，而夏天很少到40°以北捕食。这与长须鲸、大须鲸和座头鲸一类的须鲸的洄游习惯大不相同。这些须鲸都是冬天在热带海域繁殖而夏天游到两极区域。齿鲸的主要食物包括大王乌贼。据知抹香鲸为了寻找枪乌贼至少要潜到1133米的水里。大王乌贼大得令人生畏，已发现有的长达18米左右。据说它们能长得更长。从留在一些鲸身上的枪乌贼[大王乌贼(*Architeuthis*)]吸盘的疤痕上判断，在几千米的水下枪乌贼和鲸之间常发生殊死搏斗。在抹香鲸的鼻通道中的一个腔内含有一种油，在与空气接触后变成鲸蜡。这种动物还产生一种肠内物质——龙涎香，被用作多种香料的主剂。

另外一种齿鲸是逆戟鲸，即虎鲸(*Orcinus orca*)。尽管这种肉食动物属于鲸目，但它实际上并不是鲸，而是海豚科中的一种海豚。然而与其它海豚不同，它有很高的背鳍，除了成年海象以外，对其它任何动物它都主动进攻。虎鲸通常结群猎食，尽管它们只有5—10米长，但经常攻击比它们大得多的鲸。虎鲸具有钝圆形的吻，高高的黑色背鳍，眼后的白色斑块，漆黑发亮的背部以及白色的腹部等特征。当这种游泳迅速的动物的颌合拢时，它那大的圆锥形牙齿就交叉闭锁起来。据说它们的智力水平同家犬一样。从巴伦支海到南极圈以外各个海域都能见到它们。

其它特征 鲸这种世界各海洋中最大的呼吸动物有许多特性至今我们知道得还很少。例如，它们如何哺育它们的后代，它们如何航行，或它们能在海洋里下潜多深，至今仍然全都是些谜。在世界所有海洋里甚至在淡水里都观察到有鲸的存在。它们成群地旅行，靠一个很复杂的声呐或回声定位系统从一个洋到另一个洋不停地洄游。

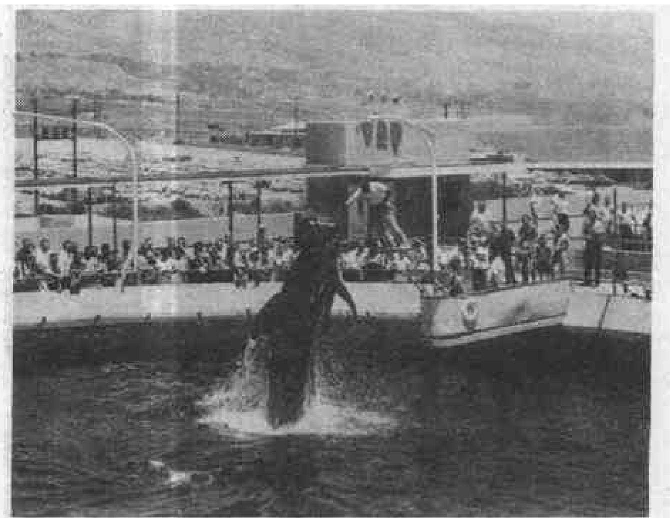


图1 一头领航鲸在加利福尼亚海上乐园中进行表演



图2 科学家们试验利用鲸在深海工作。这里，一头领航鲸摩根在海底把一个攫取握爪向一个目标按去，把起重装置锁到一枚鱼雷上。当它离开时，口状物脱开，使册气系统开动，把一个气球充气，使鱼雷浮到海面

形状如同鱼雷，靠着水平鳍(鲸的尾叶)——它构成了鲸尾——的推动，鲸能以相当大的速度在水

中前进。例如，尽管长须鲸能以每小时20海里的速度进行短的冲刺，但鲸的正常游弋速度大约为每小时6海里左右。

鲸像其它大多数深水鲸目动物一样，具有很大很复杂的脑。这说明以哺乳动物的方式呼吸，需要一个大的脑子才能在千万年里成功地适应海中生活。身体大小相似的水呼吸类的脑要小得很多。已知抹香鲸的脑最大，身长在12—18米之间，脑重在6.4—9.2公斤，体重可达60吨。

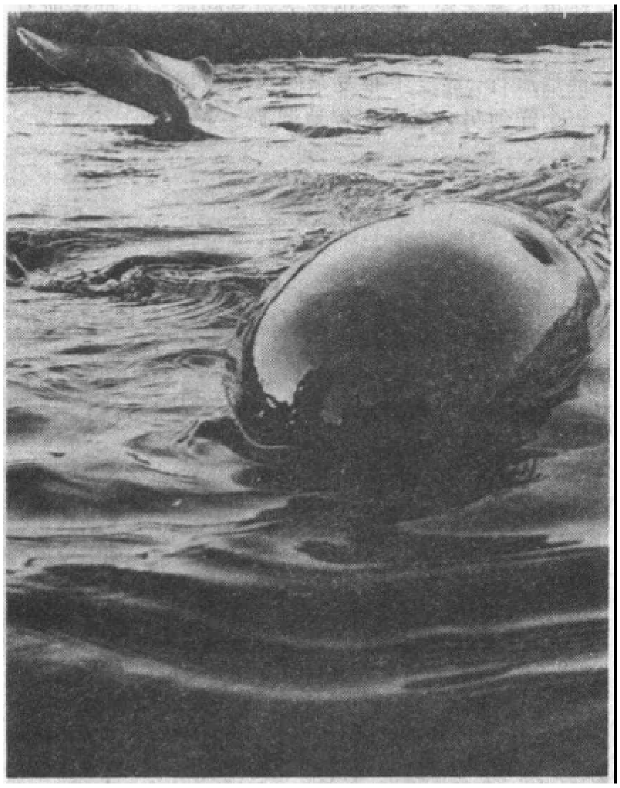


图3 一头鲸到海面呼吸空气。当鲸到海面上来"喷水"时，它们在1秒的时间内呼出1立方米的空气，在下面产生一种嘶哑声和一个水气的间歇喷泉

鲸在游弋的同时，能以不同的频率发出呻吟声、啁啁声和吱吱声。这种声音的变化被认为或用来互相传递信息，或用来引导洄游路线。与人的听觉上限(大约20 000Hz)相反，鲸的声音极尖，可以达到人耳上限频率12倍多，即256 000Hz。蓝鲸的声音信号比从其它鲸记录到的信号要长，而且发出信号间隔很标准。从一个声列的开始到另一个声列的开始，正好持续100秒。所谓的真鲸(露脊鲸)也有很独特的发音。它们以完全相同的方式重复着一段长12分钟的信号，信号一一对应。鲸的另一种声音是由"喷水"产生的，或者说由于它们呼吸的方式产生的。这种声音比较大，而且与马的嘶鸣或喷鼻相似。在发声时，鲸游到水面上来，将喷水孔(这是一个或两个鼻孔，依鲸种而不同)露出水面，喷气然后吸气。喷气的速度极快，不到一秒钟，大约有1立方米的湍流气体被挤压通过直径大约2.5—12.7厘米的喷水孔。因为呼出的空气处于压力下，加了温并饱含潮气迅速膨胀，水气凝聚，所以呼气就像间歇喷泉的水柱一样。在同样非常迅速(一般不超过一秒钟)的吸气过程中，喷水孔扩张得要比呼气时大，将空气猛地吸进巨大的肺里。鲸需要游到水面上来换气，其换气频率的变化依个体的不同和其参与的活动形式而定。正如人处于紧张的情况下或进行运动时呼吸循环增加一样，例如座头鲸游到水面上来换气的次数比鲭肢比它小得多的抹香鲸要频繁。

鲸须(BALEEN)

一种角质物质，形成梳式的滤板，从须鲸的上鄂悬挂下来。角质物质可能是硬蛋白或是任何一种有表皮衍生特性的各种类似蛋白质的物质。例如指甲和羽毛，不溶于蛋白质溶剂，具有高的含硫量，并且往往含有胱氨酸和精氨酸为主的氨基酸。

鲸类动物(CETACEANS)

鲸类动物属于鲸目，包括鲸、鼠海豚和海豚[参见 "海豚";"鼠海豚"]。鲸目动物是最完全适于水中生存的哺乳动物。

鲭鱼(MACKEREL)

属于鲈形目(Perciformes)，鲭科(Scombridae)的上中层，食肉性鱼的名称，约有50种。鲭鱼是以具有细长流线型的身体，尖的头部，大嘴，叉深的尾部，有几种无鱼鳔为特征的。其中如波线马鲛(*Scomber cavalla*)，鲭(*S. scombrus*)和鲅鱼(*S. maculatus*)视为重要的和精选的食用鱼。

大部分鲭科鱼类出现在世界海洋的热带和温带地区的近表层。波线马鲛可长达1.5米，重达45公斤，但大多数其它品种是中等大小或小的鱼(通常二龄成鱼重1.35公斤至1.81公斤并且不超过61厘米长)。北美鲭鱼或普通鲭的洄游范围是从加那利群岛到挪威和从切萨皮克湾到缅因湾。它们成紧密排列的鱼群，群体常很大，在这些地区的水域内游动，特别在初夏，当它们去北部海岸区域产卵的时节尤其是这样。在这里，从6月到10月摄食小鱼，特别是鲱鱼。主要依靠嗅觉追捕鲱鱼。10月以后，栖息在较深的水域内并主要以食取小虾、小甲壳类和其它海底生物为生。在1月里，当返回到水的表层时，其摄食习性有所改变，爱好的食物为挠足类动物和哲镖水蚤属(*Calanus*)[参见 "挠足类"]。波线马鲛因缺少鳔，能从深水处迅速迁移到表层。

太平洋马鲛(*Pneumatophorous diego*)和鲭相同，也是有经济价值的鱼。但这种鱼具有鳔，生活在从加利福尼亚湾到阿拉斯加和太平洋的另一边。

红背圆鲹并不是鲭鱼，而是鲹科(Carangidae)的一员[如其它鱼中的竹荚鱼(*Trachurus trachurus*)]。

鲯鳅[DOLPHIN FISH (dorado,dolphin)]

两种大的硬骨鱼类且生活在海洋表层的鱼的名称。一种是鲯鳅(*Coryphaena hippurus*)，另一种是匀板鲯鳅(*C. equiselis*)。有些成年的鲯鳅长约1.8米，而匀板鲯鳅其长度为0.3—0.7米。"dolphin"这个词也用于称呼某些鲸目动物，但它们并非鱼类，而是哺乳动物。

鲯鳅是远洋鱼类或大洋鱼类，它们单独或成群生活。虽然它们主要生活在世界海洋的表层和温暖水域，但它们扩展到广阔的地理范围。鲯鳅是非常活跃和游得很快的鱼，以摄取旗鱼科(Sailfish)的幼鱼、飞鱼、蟹、柔鱼和小虾为生。捕食鲯鳅的鱼类有金枪鱼，旗鱼和鲨鱼。

鲯鳅的瑰丽绚烂的彩虹色身体是由能反射光线和皮肤结晶体和囊状皮肤细胞或色素细胞造成的。这些含有色素的细胞在囊状物膨胀和收缩时呈现不同的色彩。

鲯鳅的身体是流线型的，上部是蓝色，下部则是鲜黄色，具有一边缘均匀、没有分化变异的背鳍。背鳍几乎占有了整个背脊。鲯鳅死后颜色就消失，但在死亡过程中鱼将经历几个引人注目的颜色变化。鲯鳅的两个种：鲯鳅和匀板鲯鳅大小相等时外形十分相似，这时只能由计算背鳍鳍条的数目才能分清它们。鲯鳅有55—65根鳍条，而匀板鲯鳅则有48—55根鳍条。

鲳鲹(POMPANO)

一种有棘鳍的鱼(鲈形目，鲹科)；这种鱼与鲹或竹筴鱼等有亲缘关系，在鲹科中有200多种鱼，其中许多种在经济方面有重要价值，如北大西洋的卡州鲳鲹(*Trachinotus carolinus*)。

卡州鲳鲹也叫佛罗里达鲳鲹。因为大多数是在美国南大西洋和墨西哥湾沿岸捕获的。它是一种瘦而侧扁的鱼类，具有带棘的尾鳍和背鳍，体呈银白，向背部逐步变暗成深蓝色，在其下部体表呈金黄色。在眼的上方和前方出现一条蓝线。上方鳍是深色的，而下方鳍是黄渐变为蓝色。鲳鲹在不同的环境中具有变换体色的能力，从一种银色变成微黑色。在背鳍和尾鳍上有棘和软条。佛罗里达鲳鲹是比较小的，其平均重量从0.68公斤到1.36公斤。商品规格是25厘米。

雄性佛罗里达鲳鲹一般第一年达性成熟，而雌性在第二年才达性成熟。人们认为产卵是在海流能将幼鱼带回沿岸的近海海域进行的。虽然有些鱼可全年产卵，但其产卵盛期在春天。约一个月龄，长度小于2.5厘米的鲳鲹幼鱼，4、5月份首先在佛罗里达海滩外出现。经过6周的生长期，它们向北迁移到新英格兰，7月份出现在那里，并滞留到10月或直到天冷之后，然后它们向南洄游到气温和水温都较暖和的地方。在正常情况下，寿命估计为3—4岁。鲳鲹主要以海底有机体为食，如蟹、虾和蛤类。

成年鲳鲹一般用三层刺网和流刺网捕捞，但也可用大拉网、围刺网、手钓和单拖网。因为鲳鲹是珍贵的鱼类，总有少数游钓渔人捕捞它们。一般认为，它们是所有海洋鱼类中味道最鲜美的鱼类之一。

鲱鱼(HERRING)

鲱形目(Clupeiformes)鲱科(Clupeidae)约70个属的鱼的统称。鲱科是一个大科，主要包括鲱鱼、沙丁、鲥鱼和油鲱。鲱鱼是一种最普遍和繁盛的大洋性鱼，也是世界海洋食用鱼中最重要的一类。

鲱鱼在全世界海洋中均有存在，在水温从6—15°C范围内繁盛[参见 "温度"]。以极为广阔而密集的鱼群出现，在产卵期尤其如此。产卵对有些品种是在冬季月份内靠近海岸进行的，对其它类型的则在冬季较深的水域内进行。一条雌鱼每次产卵可产1万到3万左右个卵，卵被一种很粘的物质覆盖，并在产下后随即沉至海底。这些卵在海底比之漂浮着相对地可免除被捕食者侵袭。孵化后，幼体很快发育成幼鱼[参见 "幼体"]。4—5年内达到成熟，5年之后开始产卵，有些鲱鱼可活20年。

鲱鱼是高等硬骨鱼中最原始的鱼，可作为鱼类的典型例子。鲱鱼有长腿的鱼雷形的身体(梭形的)，单个的背鳍，二个胸鳍，单一的臀鳍，分叉的尾和二个腹鳍。但鳍没有支持的棘，只有软的鳍条。身上的鳞，背部呈蓝绿色到浅褐色，在下部腹侧和腹部为银色。这些鳞可脱落，也容易被擦落。头部无鳞，可能无鳔，齿较小而脆弱。大部分鲱鱼以摄取浮游生物为生。北大西洋鲱鱼特别爱好桡足类食物[参见 "桡足类"]。

虽然大西洋鲱(*Clupea harengus*)是北大西洋中最常见的鲱鱼，但它是绕极分布的。属于同一属的约有8个品种，黍鲱(*C. sprattus*)，特别出现在地中海和北太平洋鲱(*C. pallasii*)。

沙丁鱼(*Sardina pilchardus*)大部分成大群分布在沿大西洋欧洲海岸，而快速沙丁鱼(*S. sagax*)则出现在日本、智利、美国的加利福尼亚和南非沿岸。

相对地讲，鲥鱼体形较大，是鲱科中的溯河性鱼，西鲱属(*Alosa*)，常出现在美国的大西洋沿海。春天到初夏在河流中进行产卵。但有的如西鲱(*A. alosa*)出现在欧洲沿岸，长约76厘米，重3.6公斤。

许多世纪以来，鲱鱼是职业渔民的主食，他们用大的流网捕捞鲱鱼，流网挂在水里尤如一堵墙。人们对新鲜的鲱鱼的需要量并不大，但对烟熏、盐渍、腌制、开背冷熏等方式制作的熏鱼却很喜欢，此外，许多稚鱼还制成鱼油、罐头食品和沙丁出售。

17 画

戴维森海流(DAVIDSON CURRENT)

一支沿岸逆流，沿加利福尼亚海岸向北流动，与向南流的加利福尼亚海流的方向相反。该海流冬季远至北纬48°以北。

磷虾(EUPHAUSIIDS)

少数几种海洋浮游动物，属甲壳纲(Crustacea)中的磷虾目(Euphausiacea)。这些甲壳类或磷虾是数量极多且按其大小分布又很广的浮游动物中的组成部分。在世界海洋中它们很繁盛并代表着海洋生物量中的一个重要组成。

与挠足类相似，磷虾外形如小虾。它们存在于世界上的所有海洋中，特别是南极水域。南极种超型磷虾(*Euphausia superba*)称为"krill"，这种富含维生素的磷虾为须鲸提供了重要的食物。不仅如此，它们还是许多其它动物如海豹、鲱鱼、几种海鸟，甚至人类的食物。

磷虾平均长2—5厘米，主要摄食藻类、碎屑和挠足类。它们是滤食性动物。摄食机制和嘴的结构都是很复杂的。

大多数这种动物白天生活在相当深的水层(可能的最大的深度为5029米)，并且许多种作长距离的昼夜垂直移动[参见 "深水散射层"]。它们具有发出蓝-绿色光的发亮器官。

群游是好几种磷虾的共同习性，这一点往往是与生殖有关。雌虾的受精卵发育成幼体[参见 "幼体"]，在热带海洋中1年内达到成熟，在较冷水域例如南部大洋的水域内则为2年。

磷虾(KRILL)

小的漂浮的(或浮游生物类)形如小虾的甲壳类的统称，这些生物是磷虾目(Euphausiacea)的成员，磷虾目是界限分明的一个目，与十足甲壳类近缘。磷虾都是中上层的并出现于所有海洋中，尤以两极海洋中数量巨大。磷虾以具有发育完全的发光器官为其特征，发光器官是在它们身体的腹部和柄上，柄支持眼睛。磷虾从发光器发出明亮的蓝-绿色的光。

krill(磷虾)这个字来源于挪威语，意即"小鱼"。这些小的甲壳类约有80个种，供作海洋鸟类、海豹、海豚和某些鱼和鲸鱼(如须鲸)的食物，磷虾是海洋生物量中的最重要的一个要素，确实是整个南极生态学中的关键生物，整个鱼类和动物群落依靠它作为食物。

典型的例子是南极磷虾(*Euphausia superba*)或称龙虾磷虾。它是浅红色虾状甲壳动物，一年长到3厘米左右，在两年的生活周期中长到约5—6厘米。这种数量甚多的动物自11月到翌年3月产卵，每一雌体根据它们的大小产2000—30 000颗卵。

南极磷虾和其它种的磷虾是食植物的，并效率很高地摄取大量分散在它们周围的水域内的浮游生物。它们成潮群或大片出现在温度为0.3—2.0℃范围内的水域中，特别是在南纬60°和75°的威德尔海。在潮群(往往在水面下10米的深度)中磷虾如此密集以致使宽达数米到10公里的水域呈红色。鲸鱼集中在这样的区域内，据估计，一条鲸鱼每天可消耗1.8吨和2.7吨的磷虾，南部水域的蓝鲸和须鲸几乎完全以摄取南极磷虾为生。虽然在同属中还有其它成员[如寒磷虾(*E. frigida*)和三眼角磷虾(*E. triacantha*)]生活在这同一水域中，但鲸鱼对南极磷虾的选择性似乎是由于这一品种的密集成巨大的潮群这一习性的缘故。北极的磷虾主要为挪威磷虾(*Meganyctiphanes norvegica*)。

磷虾含有丰富的维生素A和蛋白质(约20%)；当磷虾作为人类食品时，一磅磷虾产生至少460卡(与其它贝类相仿)的热量，毫无疑问，磷虾在将来为全球人类提供食物上是有很大潜力的，这种能为人类提供食用的丰盛资源可有系统地捕捞和加工。在开发磷虾资源上，苏联和日本是最先进的。曾报道两国使用大型尾拖网渔船，在两个月(12月—1月)内捕获量达91吨。现已制造出几种磷虾食品和食品的调味品出售。

磷灰岩(PHOSPHORITES)

主要是由磷酸盐矿所组成的沉积岩，它出现在大洋底的某些区域，陆地上的多数磷酸盐沉积都是海成的。

自"挑战者"号海洋调查后就获知磷钙结核，它们出现在某些海区的大陆架和大陆坡上，这些海区有强烈的海洋上升流，或者快速进行的大的温度变化，这种变化是由于寒流与暖流相遇的结果。南加利福尼亚和下加利福尼亚岸外的加利福尼亚海流东部边界的区域以及西澳大利亚和西非外的岸坡区均属这种海区。这些海区的另一特征是有机物质的生产量很高，这与由较大洋深处向阳光充足的上层输送磷酸盐和其它营养盐有关。尚不清楚海水中这类沉淀的形成究竟是纯粹的无机化学过程，还是涉及

细菌和其它生物的过程。磷酸盐结核具有重要的经济潜力，例如在加利福尼亚州圣地亚哥岸外30—40海里海滩区所发现的和在下加利福尼亚岸外圣多明各湾的磷钙砂沉积等。但是对大洋底上的磷酸盐岩，为了提出开采利用的操作费用的依据，它必须与目前陆上的矿床在矿体的纯度和品位、丰度、运输、加工、选矿和海上勘探的费用方面能竞争。

虽然陆上的多数磷酸盐沉积都是海成的，但在地质时间里，它们经过风蚀过程，使其对最终产物产生富集作用，其磷酸盐的含量高于海洋沉积。海底结核所含 P_4O_{10} 很少高于 30%，而肥料生产的品位下限约为 31.5%，现在开采的陆地矿床，其含量约为 35%。

然而，海底磷灰岩矿床似有潜在的经济价值，因为世界对磷酸盐产品的需求量（工业占 20%，肥料占 80%）在不断增加，年增加率为 6%。1975 年世界消耗的总量为 1.20 亿吨，预计下一个十年的世界需求量将翻一番。按世界人口的预期增加数作计算表明，到 2000 年左右，磷酸盐岩的世界总耗量将达到 76 亿吨，约含 22.8 亿吨的磷酸盐，据预报，美国的总消耗量将达 12.3 亿吨，其中约含 3.80 亿吨磷酸盐。

参见 “采矿”。

磷循环(PHOSPHORUS CYCLE)

磷循环或磷酸盐循环是一种以较慢方式提供磷补给的海洋天然系统，磷作为海洋生物的骨骼成分在结构上是重要的，并对生物体内的能量转化具有极为重要的意义。

估计世界大洋中的磷总量为 1000 亿吨，其大部分来自陆地径流，由河流加入的许多溶解和颗粒磷都进入海底沉积中，其速率约为每年 320 万吨。在海洋中，磷主要以无机正磷酸盐（正磷酸的盐，通式为 M_3PO_4，M 可以是钾，例如 K_3PO_4）的形式存在。北大西洋水中的磷不像南大洋那样丰富；磷的含量在赤道区保持基本恒定，而在温带区则有变化。

这种变化的原因是由多种海洋特征所造成的，这些特征影响物质的水平和垂直分散及运动。这些特征包括海流、风、波浪、靠近陆块的程度、水团密度和温度的差别、上升流和下降流等所造成的物理效应。除这些因素外，沉降到海底的那些最初富含磷的物质也起作用，在其沉降过程中或在海底上为细菌所分解，或被高等生物用作食物。这些因素在磷循环中都起作用。虽然海洋沉积物中磷的浓度比上覆水中的高得多，但磷在这种水柱中的浓度则是由海底一海水界面上沉积的氟磷酸钙（磷灰石）的溶解度来控制。磷是海洋中限制浮游植物生长的一个主要因素，在阳光充足、生物活动强烈的温暖海水中，正磷酸盐一磷被消耗至很低的水平。食植性浮游动物所消耗的浮游植物中的磷，大部分都变成磷酸盐而被排泄出来[参见 “浮游生物”]。这种排泄物中的一部分磷作为有机磷溶于海水中，而有一些则经动物的代谢过程而转化为磷酸盐。在深层水中，有一些磷以前面提到的氟磷酸钙的形式沉淀析出。

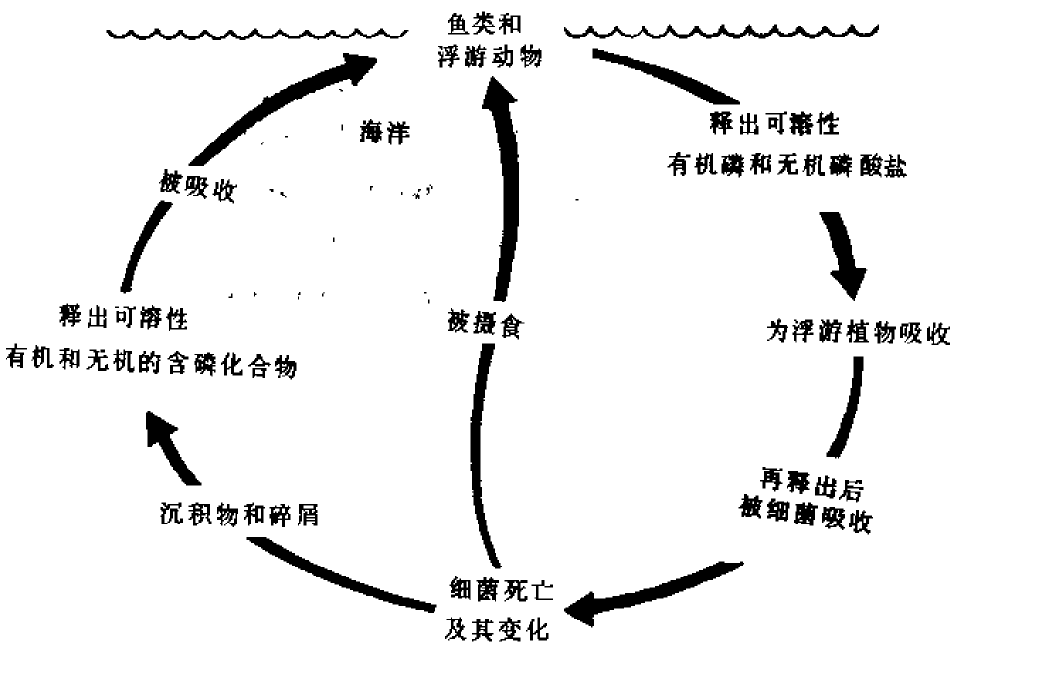


图　完全在水中进行的海洋磷循环

磷酸盐循环(PHOSPHATE CYCLE)

见"磷循环"。

鲽(FLATFISH)

一些底层鱼类的名称，具有侧面被压扁和不对称的体形，歪扭的嘴，两眼在头部的同一侧面。这种鱼组成鲽形目（pleuronectiformes)。鲽形目含有几个科及许多属和种，如大口鲽（halibut)、鳎（sole)、鲽(plaice)、川鲽(flounder)和鲆(turbot)。

鲽是底层鱼，无鳔，在它长寿的（有些种如大口鲽其寿命为12—35年）一生中，大部分时间是与海底平行地躺着并将部分身体埋藏在海底中渡过的。身体一面躺着，而且大多数品种能改变它们的体色和花纹，以使其与周围环境的颜色（如沙、泥土、或岩石）相似。这一神经控制的现象是通过眼睛来管制的，眼在成年的鱼中是位于头部的同一侧面并可自由活动。大多数品种是右偏或左偏，在此情况下有的靠右侧躺下和游泳，其它则靠左侧。

在斯堪的纳维亚国家和不列颠群岛，自古以来大口鲽即被称誉为食用鱼，英国人称这种鱼为宗教节日的 butte，并吃 butte（中古时期的鲽鱼的名字)。"节日鲽"(holy butte)这个词最后演变成 halibut 这个词。

北大西洋鲸鲽（*Hippoglossus hippoglossus*）是鲽鱼中最大的一种，有时长达3.65米，重318公斤。另一种是北太平洋鲽（*H. Stenolepis*)。这两种鱼的幼鱼都生活在这些区域的近岸水域内，成熟后洄游到较深的水域中去。在较深的水域内生活到8龄或8龄以上之后，在大西洋中从5月到6月产卵，而在太平洋则在冬季产卵。一条大的雌鱼可产200多万（2×10^6）个以上的卵，这些卵能浮起来在水面上漂浮，数日内即孵化。非常幼小的鱼具有对称的身体，向上游动，但当它们生长时，一只眼睛，往往是左眼越过头顶向右侧移动。随着这种变化的发生，鱼就愈来愈向它的左侧偏并在它的褐色与黑色的上部身体产生成为缘饰的鳍。左眼转移120°与右眼汇合所需的时间只有几天，当这一转变完成后，鱼即以无眼的一侧平行于海底游动，身体的黑色顶面使鱼可躲藏在沙中或岩石间。蟹、软体动物、鳕鱼、鳐、特别是鲱鱼，是它们的主要食物。

鳎鱼小（长30.5—61厘米)，有缘饰状的鳍，像鲽鱼，与大口鲽一样以它们右侧身体向上停留或游动。鳎的大多数品种如裸鳍（*Gymnarchirus williamsoni*）栖息在世界海洋的温暖的浅水域内，有少数品种是生活在深水中，也有些如普通海鳎（*Solea solea*）则进入欧洲沿岸大西洋北部温带海域，有些品种则洄游到淡水的溪流中去。与大口鲽不同，鳎几乎完全是靠底栖动物为生的，幼小的鳎摄食桡足类和鱼的幼体[参见 "幼体"]。

川鲽分布十分广泛，例如沿美国几乎所有的海岸线都有。黑背或美洲黄盖鲽（*Pseudopleuronectes americanus*）是眼睛右偏的鱼，而鲆科的鱼或夏川鲽（*Paralichthys dentatus*）则是眼睛左偏的。前一种小，而鲆科鱼则重达6.8公斤。当游泳时这些鱼优雅地在水中滑走，而在海底停留时，它们用沙或淤沙把自身覆盖起来，只有眼睛突出在外面。当它们见到小鱼或其它可捕食的动物时，川鲽急速从腹部鳃盖喷出的一股水向它们游过去。

在美国，大部分川鲽是用拖网大量捕捞的，而对大口鲽，渔民则用延绳钓，因为网是禁止使用的，以保护未成熟的鱼（小于8龄)。

鲆和鲽是鲽类中最具有经济价值的鱼类，而鲽又是其中最出名的和最重要的一种。它们栖息在欧洲西部沿海，从地中海国家到斯堪的纳维亚和冰岛。产卵是根据栖息所在海的那一部分的情况而在一年中不同时期进行。每一雌鲽产大量的卵（5—400万)，在某些区域内每年有成百万的这种鱼会集在一起产卵。

差不多所有鲽类鱼是美味的，鲽、大口鲽、鳎和川鲽是经济价值很高的鱼，鲆又称左眼川鲽，在地中海和黑海内被大量捕捞。

鲽(FLOUNDER)

见"比目鱼"。

翼足类软泥(PTEROPOD OOZE)

见"海洋沉积物"。

18 画

藤壶(BARNACLES)

几种组成蔓足亚纲的甲壳类的统称。虽然藤壶与蛤类有些相似，但实际上它们是龙虾的表亲。可是藤壶又不同于它们的表亲，它们一旦着足就附着在一个地点（如岩石、堆积物和船底），就不再移动了。藤壶靠它们的足伸展到壳顶的开孔外摄取食物。当足伸入水内时，它们就舒展开来，六条足中的每条足顶上的摄食附肢或蔓足就朝向这种动物的外套弯曲，因而这些在小的发状凸起上的蔓足形成一顶网的作用，以便采集硅藻和其他水中的漂浮物质。

藤壶有四个目，已鉴定的种有800多个。围胸目（Thoracia）包括茗荷属（*Lepas*）、龟足属（*Mitella*）和藤壶属（*Balanus*）等种群，藤壶这一名词通常是与藤壶属有关连的，藤壶属包括自由生活的和聚居生活的两类，它们中的大部分是雌雄同体的。

鹱(SHEARWATERS)

见“海洋鸟类”。

鹱(PETREL)

见“海鸟”。

鳍(FINS)

鱼或其它水生动物身上的附肢，作推进、导向和平衡用。世界海洋中97%左右的鱼都是有棘鳍的鱼[辐鳍鱼纲(actinopherygii)]，这些鱼的特点就在于鳍。大多数鱼基本上有两组成对的鳍——在头部鳃后面的胸鳍和在鱼体后部的腹鳍。沿鱼体背侧的中线有背鳍，背鳍兼可分成硬棘的和柔软的两部分，沿腹侧在肛门的后面鱼尾或尾鳍的前面有臀鳍。在不同类型的鱼中鳍所处的位置和构造是不同的。在典型的大洋性鱼类中，背鳍与臀鳍是作为平衡器用的，而尾鳍、胸鳍和腹鳍是为推进与停止用的。

鳎(SOLE)

见“比目鱼”。

鳐(SKATE)

鳐科(Rajidae)中各种各样的鳐类板鳃类任何一种的名称[参见 “板鳃鱼类”]。鳐有100多种，这种鱼的特点在于它们宽而平的身体，带有异样的胸鳍和有一根细长的尾巴，尾巴上具有两个小的背鳍。鳐(Skate)和魟(Ray)都和鲨有亲缘关系，而且鳐和魟的名称经常交换使用，尤其由于它们都具有一个相类似的蝙蝠样的体型[参见 “鲨”]。

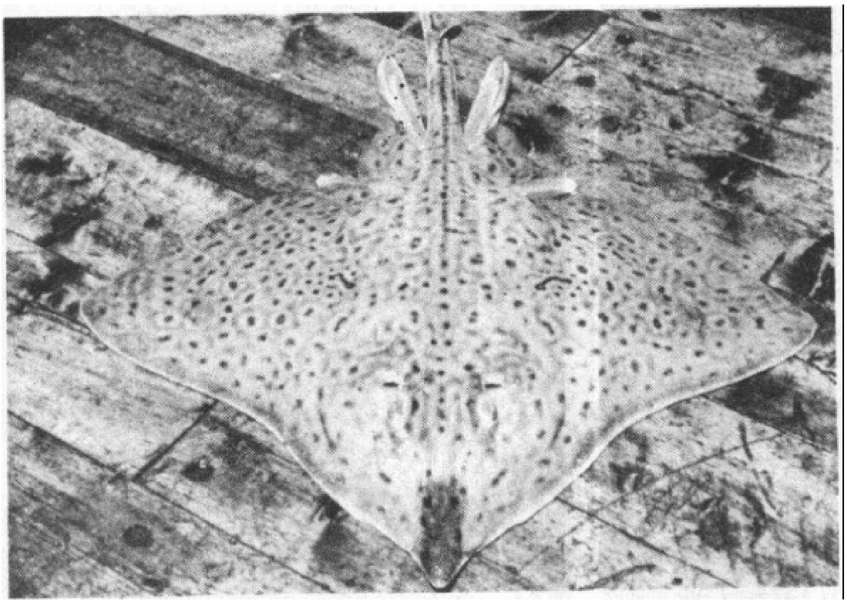


图　这种扁平的鱼主要生活在温、热带浅海海域近海底处。当它偶然洄游到较深的水中时，利用巨大的胸鳍，游得很好

象虹那样，鳐除南太平洋和南美洲东北沿海的一部分外，多半见于世界所有温、热带的浅水域中。普通灰鳐（*Raja batis*）可超过2米的长度。而在年幼时，靠各种海底生活的动物如蟹和龙虾生存。以后，它们也吃柔鱼和其它鱼类，特别是鲱鱼。它们猎捕这些食物，主要是靠嗅觉而不是依靠视力。多数种类像灰鳐是底栖的鱼类，它们生活在或靠近浅海中的海底。虽然一些见于182米深处，而有一种深海鳐（*Raja abyssicola*）生活于北美沿岸外太平洋深达1海里以上的海水中。当情况需要时，所有这些鱼类都善于游泳；而且所有这些鱼类，当卧于海底时，利用特殊的闭口呼吸的方法，以便最大限度地减少吞下泥沙。在这种方法中，水是通过头顶的管路吸入，并最后穿过鱼下面的鳃裂而出。其眼睛位于钻石形体躯的口鼻部的头顶上。雄性腹鳍小而具有一对鳍脚或一对用以射入雌体内精液的器官。雌鱼之卵是盛在独特的称做"美人鱼的钱袋"的纤维质增强的盒子之中。

食这种鱼时，鳐的蝙蝠式的翅膀一般是用于烹调的部分。其肉胶粘并有一种特殊味道。

翻车鱼（OCEAN SUNFISH）

鲀形目（Tetrodontiformes）翻车鲀科（Molidae）的海洋鱼的统称。鲀形目包括六斑刺鲀（刺河鲀）(Porcupine fish)、马面鲀（Filefish）、河鲀（Pufferfish）和箱鲀（Trunhfish）。海洋翻车鱼特别以它的显著的椭圆形的身体为特征。嘴小，上下颌的牙齿融合成一边缘锋锐的喙。背鳍和臀鳍大而高，身体骤然收尾成一小的尾鳍，无腹鳍，具有小的脊椎和脑。

翻车鲀科的海洋翻车鲀包括三个品种：翻车鲀（*Mola mola*）、矛翻车鲀（*M. lanceolata*）与长翻车鲀（*Ranzania truncata*）。这些海洋翻车鲀中的第一种翻车鲀（*mola* 是拉丁语文字，意为磨石）是最大的，长达3米，重量超过907公斤。其它两种较小，都具有扁圆形的短身体。身体为灰色到褐带青绿色，具有粗而有皱折的皮，皮上覆有一层软骨的膜。三种都不是善于游泳的鱼，出现在世界海洋中的较热的较温暖的区域。经常可以见到海洋翻车鲀在海面上漂流，特别是当海面平静的时候。它们主要是摄取浮游生物、水母和鱼的幼体为生。

翻车鱼的推进方法较为特殊。推进动作是由左右摆动大背鳍和臀鳍完成的，小胸鳍作平衡器，圆形尾起舵的功能。鳃用作导航，依靠从鳃或嘴向外喷射水而起作用的。脑不发达。异常小，比两个肾脏还小，肾脏恰好位于脑的后部，而不像一般的鱼那样在鱼体较后的部位。海洋翻车鲀的幼体（Larvae）具有普通鱼的形状，海洋翻车鲀成鱼的碟状身体是在幼鱼长到长约1.27厘米时开始形成的。

19 画

藻类(ALGAE)

自养生物的统称，包括原核生物和真核生物，即包括那些具有不清晰膜的原始型核的生物（原核生物）和那些有清晰细胞核膜、染色体和进行有丝分裂的生物（真核生物）。在已知的 18 000 种藻类中，大约有 8000 种是海洋藻类。在世界海洋中，藻类是占优势的"植物"生物，并且是海洋生态系中成为生产者的生物。

有些藻类是属于后生植物界的原植物亚界，而另一些则属于原生植物界[参见 "分类学"]。这些生物大小不一，从显微镜下的无细胞种到巨大的海藻[参见 "大型海藻"]，这种巨大的海藻可长达 60—90 米。藻类在海洋中占优势不仅是因为种多（约 8000 种），而且还因为个体生物的数量也大。如同陆地植物一样，它们也具有叶绿素，在光合作用过程中利用日光生产它们自己所需要的食物。人们通常把具有这种能力的生物叫自养生物。藻类与大部分陆地植物的区别在于它从不形成真正的根、茎和叶。由于结构的复杂性不大，所以，藻类是原始的或低级的植物或叶状体植物，这就是它们的特征。但是有些叶状体植物展示出比显花植物更为复杂的结构模式。例如，在藻类中植物体的大小和形状变化很大，而且生殖的方式也很不一样。藻类一般应用三种生殖方式，即营养体的，包括细胞分裂和叶状体的断裂；无性的，由能动的孢子（游动孢子）或非游动孢子；有性的，由配子，配子可以是同形配子的（对雌性和雄性是未经分化的）、异性配子的（稍有分化）或具有异性配子的（分化的、具有小的雄性配子和大的雌性配子）。

营养体生殖主要是由植物的断裂来完成的。这种方式发生在当成熟的非丝状部分分裂成两个或更多个断片，或在植物的丝状体破裂时。在较大的褐藻和红藻中，植物体的较小部分常脱离出去而形成整体的新生植物。这样的分散和繁殖的程度大多是不清楚的。但是已经知道，一个断片形成的新生植物具有与断片相同的染色体。这样每一新生的植物并非是不同的世代而是相同的孪生子。

有一些植物的生殖也可由简单的细胞分裂进行。由此，分裂形成了两个子细胞，且每个子细胞成为新的个体。这些细胞可能在形成后立即分离，或者它们在一起呆一个时间，如同一个藻类群落一样。

由游动孢子形成的无性生殖是普遍的。这些游动孢子或动物似的单细胞样的生殖单元具有细胞膜而不是细胞壁。它们是自由游动的，并有鞭状的束或鞭毛进行活动。鞭毛有时是生长在游动孢子的侧面或者（更经常是）长在游动孢子的两端。由于这些游动孢子产生孢子，因而这一世代的植物称为孢子体。孢子体是二倍体（即它们的染色体的遗传互补是双重的），在每一个细胞中具有成对的各种染色体。但是，孢子是单倍体（即它们只含有各种染色体的一个），固定着的孢子产生雄性的和雌性的植物（配子体）。有性的配子体植物，如同高等植物一样，它能产生生殖细胞或配子（配子是一个细胞，它只有在与另一配子结合后才产生一个新的个体）。配子是雄性的（精子、游动精子或不动精子）和雌性的（卵）。精子和卵的结合产生一个二倍体单细胞结合子，然后接合子发育并进入孢子体世代（绿、褐和一些红藻）或果孢子体世代（大部分红藻）。

大多数有性藻类产下所有或部分生殖细胞（孢子和配子）到水里。细胞在不同的时期内是中层浮游生物性的（漂浮的），而且常常是机遇决定着孢子是否固定在适宜的基质上。但是，如果使用化学吸引剂，则会有助于有些种的精子找寻成熟的卵。红藻的不动精子缺少鞭毛状的游动机构，因而受精显然是依靠任意的接触。

藻类没有也不需要真正的根、茎和叶。典型的植物的茎是为输送水和食物用的，但同时也提供结构上的支持。由于大多数藻类具有这样的能力，即在没有茎的情况下吸取食物和为了生存所需要的物质，这类的根系统或茎状附属物是不需要的。但有些藻类，特别是褐藻和红藻具有叫做固着器的结构，并能使植物固着在适当的位置上。这种结构从定义上来说不是根，因为它并不从泥土中吸取水和营养物。另一方面，有些藻类具有和叶子一样的叶状片，叶状片是植物体的延伸。这些叶状片的作用是扩大植物体自身的表面面积，使其吸收和光合作用更为充分。

总之，世界上大约有 18 000 种藻类分别生存在陆地上、淡水中和海洋里。在这些种中，许多是微小的单细胞生物，其他则是陆上生物。大如灌木丛和巨大的大型海藻（褐藻），它们确实是很大的。它们生长在热带和北极圈——在冰封的山上，在热的间歇喷泉中和成为浮游植物存在于海洋、湖泊、池塘、河流和小溪中。

大多数权威人士认为，藻类包括七个不同的门。这些门根据藻体的结构、生殖器官、产生的色素类型和贮存食物的方式而有变异：七个门分别如下：

绿藻门(Chlorophyta)　在这一门中，大约10%是海洋的，并且其中很多是小型的，最大的为石莼(*Ulva*)或海莴苣(Sea lettuce)。

蓝绿藻门(Schizophyta-Prokaryotes)　裂殖植物一原核生物，常见于咸水和淡水中，无性生殖。

金藻门(Chrysophyta)　虽然这一门中包括海洋硅藻类(Class Bacillariophyceae)以及多数存在于淡水中和偶而也出现在海洋中的金褐藻(Chrysophyceae)，但绝大多数存在于淡水中。

甲藻门(Pyrrhophyta)　在这一门中，海洋型的比淡水型的更为常见。

裸藻门(Euglenophyta)　大多数是淡水生物型，且多数种是自养的，其中变胞藻(*Astasia*)没有叶绿素。

褐藻门(Phaeophyta)　这一门主要是海洋生物。

红藻门(Rhodophyta)　这一门主要是海洋生物。

有些绿藻或蓝绿藻可能与不同种的真菌[参见"真菌"]共生或被真菌所寄生而形成地衣。许多海洋藻类特别是红藻门是附生或寄生在其他较大的藻类上，有时所附生的藻类是近亲的。有少数种是动物体内的植物，在小动物(原生动物、海绵和水蛭)的细胞内，或存在在哺乳动物的消化管内；有些是体外传播(外部附着)在皮肤、发或鳞上。

有些红藻如珊瑚藻科的珊瑚状藻具有在细胞内和细胞壁之间分泌石灰的能力，以至这些藻类的化石常显示出组织的细胞结构。这些藻类对造成石灰岩和珊瑚礁起着重要的作用[参见　"珊瑚礁"]。有一些太平洋珊瑚礁、珊瑚状藻类对形成海礁的珊瑚给予很大帮助[参见　"环礁"]。

海洋藻类在沿岸和在大陆架边缘水域中显出明显的区域化，潮间带藻类(墨角藻、石莼和角叉藻属)生长在潮间带区域。在潮间带上区域内适宜于在半干半湿和长期干旱时期(飞溅区)生存的藻类，而潮间带下区域的特征是生长着那些必须浸没在水内的藻类，它们生长在低潮的最低处并向外延伸到更深的水层。在这一点上，生长在海洋中的特殊藻类往往进一步分成两个主要生态类别或种类：(1)小的漂移浮游植物；(2)较大的附着器，或附着的植物，称为大型植物。但是，有一些大的海洋植物在漂浮中生长，附着在固体的基础或附着层上，这对大型植物是不必要的。

世界海洋中的微少浮游植物主要以硅藻(藻类的金藻门)和甲藻(甲藻门)为代表。两者都具有大的表面与体积的比例，使它们摄食溶解在海洋中的营养物相当有效。它们生活在可透过阳光的海洋的上层最适合栖息的区域内，并且非常茂盛，多得无法计算，且大量自身更新，构造绚丽。当在显微镜下观察时，硅藻和甲藻显示出十分好看的图案，如同一串串美丽的珠宝一般。除了如此美观外，连同它们总数约为6000种不同的各色各样的种(5000种硅藻和1000种甲藻除外)，这些藻类为水生食物链提供了基础。在这一点上，它们是真正的海洋(浮游生物)区系中的巨物和财富。曾经推算过，在布列颠群岛外面的1立方英尺(0.028立方米或28.3立升)沿岸海水中约有2万个以上这种小植物和外加数百万比之更小的植物。在相应的容积水中可能有120个左右的小型动物，主要是桡足类或很小的(1—10毫米)甲壳类、水母和在后期发育成十足类的幼体、棘皮动物、蔓脚类动物和头足类[参见　"幼体"；"棘皮动物"]。这些桡足类是海洋中的浮游植物和高等动物之间的食物链中重要的一环。

更为复杂附着的海洋藻类中某些其他的种统称为海藻(seaweeds)。这一类植物与它们的名称"草"意义相反，是一些较大的植物(大型植物)，是三个门类藻类的成员，即

1. 褐藻(褐藻门)，
2. 红藻(红藻门)，
3. 绿藻(绿藻门)。

虽然大多数海藻生长在海洋的潮间带区域，在低潮时它们部分地或全部地暴露在外，但是也有相当多的藻类生长在水下(深度约为15—30米)，并形成茂密的藻床。孔叶藻属(*Agarum*)是一种大型海藻，通常叫作"海滤器"(滤锅)，它是新斯科舍(Nova Scotia)大西洋沿岸的一种繁盛海藻，并生长在上述深度的水中。

在加利福尼亚南部，有很多种海藻生长在远离海岸的岛屿更深的地方。这可能是因为远离海岸的水较清而产生的，较清的水在一定深度下能有较高的光强度。通常在一些沿岸地区，大型海藻包括巨藻，在15—18米处变得稀少，在水最清的沿岸，其范围可延伸到28—31米处。在圣克利门蒂岛(San Clemete Island)，对有些褐藻来说，其较深的限度可达到61米，对巨藻，深度可达40米。

另一种海藻叫马尾藻，它漂浮在马尾藻海的表层水域中。马尾藻是金黄色和橄榄色藻类，曾一度是陆生的，在数百万年前，当有一部分从沿岸区域漂浮到海洋表层时，它们就变成了海洋性的藻类并生长于海洋中。马尾藻靠破裂成断片进行无性生殖，然后又分别生活。马尾藻通常包含褐藻的两个种，即 *Sargassum natans* 和 *S. fluitans*。它们一般生活于南北美洲大西洋沿岸的热带浅水域中。当它们由海藻囊而漂浮并随海流漂到大西洋的马尾藻海时[参见"海流"]，海藻就被阻挡住并加入到其他积聚而成的大片马尾藻中，从而形成了一个巨大的蛋形区域，其面积之大接近美国国土的三分之二。

有许多各色各样的动物依靠和生活在漂浮的巨大而分布广泛的海藻团中，这一事实本身对科学来说是不可思议的，并长期当作传说和民间创作的主题[参见　"神话与传奇"]。海藻团动物区系的大多数种和沿海水域中的种是相似的，据说哥伦布曾在那里，即离北美数百米处见到一种马尾藻蟹(*Planus*

marmdus)，这时他自己相信已靠近陆地了。

最有趣的马尾藻生物是马尾藻鱼（如 *Histrio histrio*），这种鱼能够吞食几乎与它一样大的捕获物，它们的斑驳的着色与新的和老的植物完全混杂在一起。小的一种蟾科鱼（*Antennarius marmoratus*）具有金黄色和褐色大理石般的身体，它们与其周围熔成一体，难以从海藻中加以区别。

在栖居动物中最奇异的也许是美洲鳗和欧洲鳗，它们是这些区域中的临时来客[参见 "鳗"]，每年从欧洲和美国的河流中来此产卵。这些鳗鱼生产的幼体发育成小鳗，不知什么缘故，它们要回到它们双亲来时的同样河流中去[参见 "幼体"]。

虽然在经过鉴定的数千种海藻中只有约 12 种有商业价值，但它们的许多潜在用途还有待开发，因为这些植物能够生产出一些具有重要用途的产品，这是因为海藻中的主要成分是碳水化合物，其次要成分包括蛋白质、脂肪、矿物质和维生素。有趣的是，有些海藻长期已作为家畜的饲料（特别是北海区域周围）和用作食物（在东方各国）。追溯到公元 3000 年前，这些植物已认为有重要的药用价值。早先的罗马人也用海藻来医治烧伤、疹和创伤；英国人用紫菜属（*Porphyra*）（一种可食用的红藻）在长期航海中预防坏血病，也有一些人用它作缓泻、退烧和抗凝血药物，此外，它还能在分娩中有助于子宫扩张、医治各种胃、肠的失调和其他疾病。

在日本，绿藻中的礁膜属（*Monostroma*）、浒苔属（*Enteromorpha*）和石莼属（*Ulva*）通常都可作食物，其中最普通的是礁膜属，它生长于浅海潮间带和海湾中。美国商业渔业局报道，虽然在美国以海藻作为食品并不普及，但在日本人们却食用某些海藻就像美国人吃蕃茄和莴苣一样普遍。

一般来说，在海洋的较冷的水域内生长得最好的褐藻和在较暖而往往比褐藻较深的水域内繁盛的红藻，就其应用价值来说，它们代表着海洋植物中最重要的几类。例如对人类非常有益的三种胶体：琼胶、褐藻胶和卡拉胶就是从这些海藻中提取的。

琼胶广泛应用于生物医学试验室中，作为全能的培养基以及在食品加工中与褐藻胶和卡拉胶相似用作乳化剂、稳定剂、胶凝剂或增稠剂。琼胶至少可从 28 种红藻中提取。有几种红藻也是作为提取卡拉胶用的原料，卡拉胶是一种多糖。这类原料的另一种是角叉菜或称"爱尔兰苔"。事实上，卡拉胶这个名词是从爱尔兰卡拉琴镇引伸过来的，这个镇是爱尔兰苔的主要来源地。红藻、掌状红皮藻（*Rhodymenia palmata*）和爱尔兰苔两者在西欧部分国家、加拿大和美国的新英格兰都以各种方式，生的或煮熟了的用来当作食品。

褐藻胶（褐藻酸和它们的衍生物的统称）是从大的褐藻如巨藻属（*Macrocystis*）和海带属（*Laminaria*）中提取的。褐藻胶能吸收大量的水，褐藻胶掺到冰淇淋中能防止冰淇淋中的水分在冻结时结成粗大的冰晶。同时，褐藻胶还能保持水分和防止波纹纸在托蛋糕时糖霜粘到包装纸上。

在美国和世界其他地区，从海洋植物中提取三种胶体，即琼胶、褐藻胶和卡拉胶。生产和销售这些胶，可获利数百万美元。仅在美国，它们在下列产品中具有广泛和多种用途，即啤酒和葡萄酒的澄清剂，还用作钨丝模具润滑剂、油井钻探泥浆、电池板隔离器、塑料水基漆、细菌接种剂、药丸包衣、手术敷料、牙印化合物、低热量和其他规定饮食的食品、牙膏、头发化妆品、头发喷油液、冷霜和剃须膏；此外还用于其他一些食品中，如罐头肉、汤汁、糖浆、果汁、馅饼的馅心、冰淇淋、巧克力牛奶、水果蛋糕和其他许多产品。

海洋植物的这些用途将来可能还会扩大，目前人们已经认识到，大型藻床当加以保护和种植时，不仅可用作褐胶和海藻粉饲料等宝贵产品的原料，而且对一些海洋生物包括许多有价值的海洋鱼类和贝类提供栖息场所。现在已有一些研究工作者展望大型海洋藻类农场与鱼栏、家畜围栏、发电厂和化学转换设备相联合，在此安排下，光合作用的利用要比千的陆地上农业的利用有效得多。

参见"海水养殖"；"在海洋中的植物"；"海草"。

蟹（CRAB）

属于十足目（Decapoda）的甲壳动物的俗称。十足目包括小虾、龙虾、寄居蟹和真正的蟹。蟹是十足目中的歪尾派（Anomura）与短尾派（Brachyura）的成员。歪尾派有 12 个科，约有 1300 个种，这些种其形状都如同蟹和龙虾，具有一尾扇；而短尾派则由 26 个科，4500 多个种的真正的蟹组成的，大部分是海洋的且在全世界分布很广。歪尾派蟹是形式繁多的甲壳动物，但几乎所有歪尾派蟹肢部是向前往下弯曲或是不对称的，柔软的并是弯曲的。短尾派蟹具有短而宽阔且为扁平的头胸甲（外壳或形成盾背形覆盖物），小的腹部在身下蜷曲并与颈和腹之间的胸部凹陷处配合，有五对步足，在前面的两个足上有发达的螯或钳足。

在许多熟知的歪尾派型蟹中间有雪场蟹（King crabs），它属于钜蟹科（Lithodidae），寄居蟹（Hermit crabs）属于寄居蟹科（Paguridae），例如常见的一种真寄居蟹（*Eupagurus bernhardus*）和以欧洲的普通宽螯磁蟹（*Porcellana platycheles*）为代表的磁蟹[属磁蟹科（Porcellanidae）]。

雪场蟹是非常大的蟹状的歪尾派（大部分是北半球较冷水域中的栖息者），并出现在阿拉斯加、日本和西伯利亚沿岸，被誉为美味，大的堪察加拟石蟹（*Paralithodes kamtschatica*）其腿之间的跨度常超过 91 厘米。它们多少与蜘蛛蟹（Spider crabs）相似，蜘蛛蟹是真正的蟹。

鲎（horseshoe crabs）时常被误认为雪场蟹。鲎既不是歪尾派，也不是短尾派而是蜘蛛纲动物（ara-

chnids)，是包括蜘蛛、蝎子和蜱等动物纲中的成员。鲎比它的所有近亲都生存得长久，而且它们从数亿年前毫无改变地残存下来了。

寄居蟹大多数是海洋蟹类，常住在蜗牛和其他腹足纲软体动物的空壳内[参见 "软体动物"]。有些种是居住在直形管状的壳内，而有的则将它们的大而软的腹部卷起恰好进入适宜形状的壳内。当这些动物感到有危险时，就完全缩到壳里去。当从壳内钻出来时，首先将大螯伸出。

650 种现存的雪场蟹和寄居蟹之外还有磁蟹。磁蟹与寄居蟹一样，主要出现在热带或温带水域中，通常生活在大洋中的浅水区。它们的天然色与周围环境的颜色相配，这样就为它们准备了伪装。

大洋性的加利福尼亚红蟹，扁脚膨侧蟹(*Pleuroncodes planipes*)，其学名的意义可译为"具有扁脚的侧面凸出的蟹"。这是一种小的(8.89—12.7 厘米长)且属于铠甲虾科(Galatheidae)的歪尾派蟹。这一科约包括有 200 个种，它们都是小的龙虾状的蟹，具有很适于游泳的腹部和尾肩，它们的第一对长腿武装有螯(钳足)。在步足的前后边缘上有几排发状的毛。每一雌蟹在一个季度内可产卵二次有时三次，雌蟹可携带多达 3650 个卵，这些卵在靠近大陆架斜坡的深水内约经两周后孵化。这些蟹的幼体和幼蟹期时常被风和潮流带到下加利福尼亚海滩上。

蝉蟹 (mole crabs) 或蝉蟹属称为歪尾派组的蝉蟹科(Hippidae)，它们生活在世界上海洋中的热带和温带的潮汐区。在海岸上下移动，总是生活在海浪冲洗的地方。当一个浪头的水退去时，它们钻入沙内而时常消失，直到下一个浪头经过之后。为了避免碎浪的影响，它们挣脱出来，先将自身底部埋在湿的沙内，并伸出长的装饰用触须，触须从退潮中过滤浮游生物。它们是海洋食物链中的一个环节，是浮游生物与较大动物之间的主要连接者。

真正的蟹或是那些短尾派中的 4500 个种，其大小变异很大，从小的 6 毫米且属于豆蟹科(Pinnotheridae)的蟹到属于蜘蛛蟹科 (Majidae) 的巨大蜘蛛蟹。这类大蟹是以日本沿海深水中的最大的肯氏巨肢蟹 (*Macrocheria kaempferi*) 为代表(腿的跨距为 1.5 米)。大家都熟知的一些蟹有招潮蟹 (fiddler)，它具有特别单一的爪，如 *Uca spp* 这种蟹在世界上比较热的地区的红树区域是普遍存在的；可食用的美味蓝蟹(blue crab)，即(*Callinectes sapidus*)(这一学名来源于 calli，意即"美丽"，加上字尾 *nectes*"游泳者"，*sapidus* 意为美味的)。这种蟹在美国大西洋沿岸分布很广；许多种奔跑型蟹，如普通走蟹 (*Dromia vulgaris*)，它栖息在深水中；沙蟹属 (*Ocypode*)；以及隆背哲蟹 (*Menippe*)。后者是名贵的海味，特别是出现在美国南部海岸和古巴的近海水域内的一种哲蟹(*Menippe mercenaria*)。

蟹主要是广食性的，虽然有些是捕食性的并有少数是食草的。它们的自然敌害是章鱼和各种大的鱼。由于有些蟹是纯海洋性的，而其他则已适应陆地上生活，它们的产卵习性即在这主要的两大区域内变异。但是大部分陆上栖息者回归到海洋中去产卵，卵在第一幼体期孵化成自由游泳的水蚤幼虫[参见 "幼体"]。

联系到这一点，真正的蟹是有硬的甲壳或外骨骼。为了生长，它们定期地脱落掉它们的外部甲壳。这一过程称为蜕皮。蜕皮开始之前，在老的甲壳之内侧产生一新的软的外骨骼，当老的甲壳松动时，蟹就把它脱落掉。新的甲壳是软而有弹性的，使蟹有生长余地。蟹在软壳阶段是很容易受到袭击的，它在隐蔽的地方寻找避难所，直到新的甲壳硬化。一种无定形的与纤维素的性质相似的几丁质是形成蟹和其它甲壳类动物壳的结构材料。蟹在它的一生中可脱落一只或更多的足，但通过再生过程又能长出新的足。

蟹仅次于虾，也是世人特别是美国人最爱食用的有壳的水生动物。

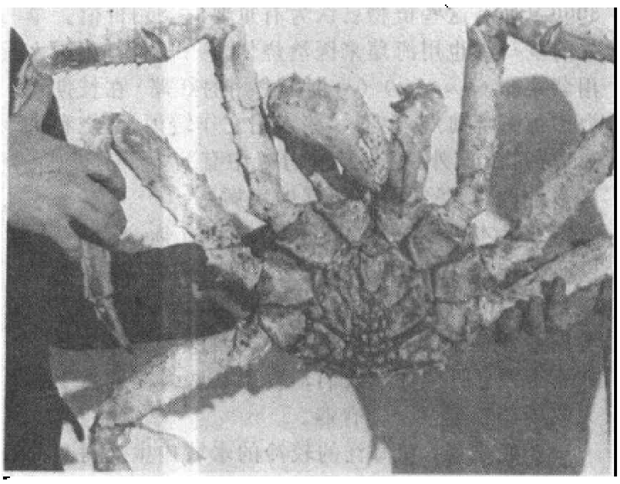


图 1　可食的阿拉斯加雪场蟹 (king crab)，它具有 91.44 厘米以上的足距

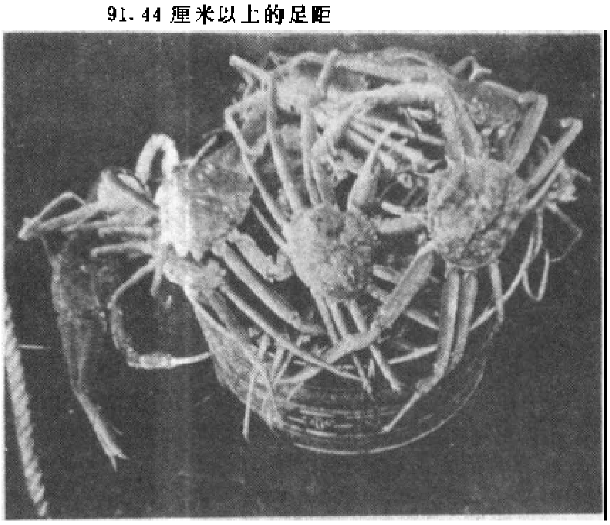


图 2　蜘蛛蟹具有长而细的足，其中有一种具有 2.44 米的足距。很多用海藻把自身覆盖起来致使与天然的海岸环境混杂

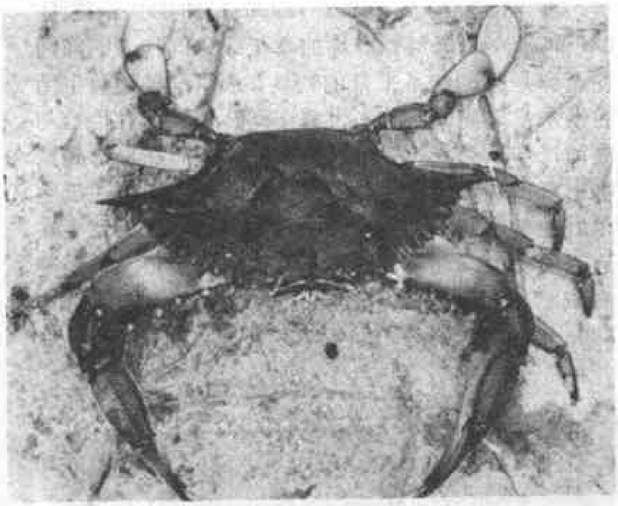


图 3　可食的美味瘤蝤蛑（blue crab）的科学名称的意思是美味可口的，美丽的游泳者

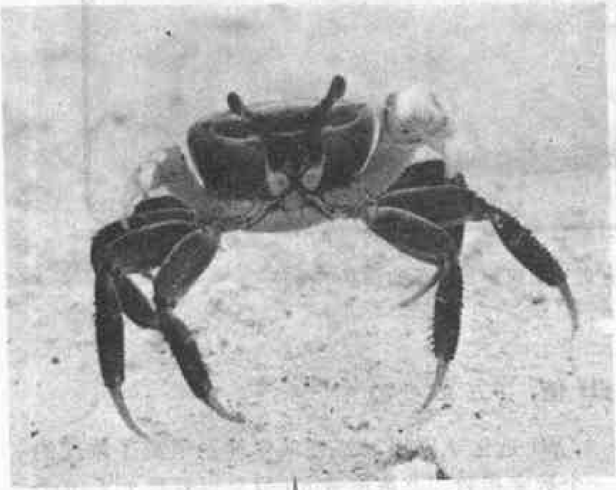


图 4　陆上蟹装出防御姿势。这些蟹可以离开海洋生活和摄食，因为它们备有变异的鳃腔，而鳃腔使之能在空气中呼吸

作为食物的最重要的品种有美国大西洋和海湾沿岸的美味瘤蝤蛑（*Callinectes sapidus*），太平洋沿岸的一种黄道蟹（*Cancer magister*），阿拉斯加、白令海、日本和堪察加的巨大雪场蟹，堪察加拟石蟹（*Paralithodes kamtschatica*），扁枝拟石蟹（*P. platypus*）和短肢拟石蟹（*P. brevipes*）以及日本的红蟹（red crab）、三梭梭子蟹（相应的为 *chionectes opilio* 和 *Neptunus trituberculetes*）。这些蟹主要是用装有触发器的长袋通道，捕集器或笼以及拖网与耙网捕获的。捕集器或笼上附有浮子绳索，内装有饵料。

鳕或鳕鱼（COD OR COD FISH）

各种属于鳕形目，鳕科的鱼的名称。这一目是由 8 个科、约 185 个属和约 750 个种组成的，其中鳕科（Galidae）是最有名的科，因为这一科中有许多商业上有价值的品种，包括在鳕形目中的其它科的品种大多数是深水的栖息者。

鳕科含有 150 个品种，有黑线的鳕和青鳕，都是有食用价值的鱼。但是，在所有商业性的品种中，最有名且捕捞得最多的是大西洋鳕（*Gadus morhua*）。大西洋鳕时常重达 22.7—90.7 公斤，长约 1.8 米。它的颜色是橄榄绿色到褐色，背部和两侧有斑点，腹部是银色，鱼身上覆以圆鳞，胸部有胸鳍，两个臀鳍和三个分开的背鳍，嘴大且具有坚硬锐利的牙齿，上颌突出稍稍超出下颌，在下颌上有一根须。大西洋鳕在纽芬兰浅滩附近被大量捕捞。而太平洋鳕（*G. macrocephalus*）则出现在北太平洋，它是一种极地附近的品种，北极鳕（*Boreogadus saida*）夏季出现在流冰群的周围。

鳕鱼是栖息于大陆架下的冷水性鱼，通常在靠近海底成群游动，凶猛地摄食它们所遇到的任何大小适宜的动物，包括鱼、虾、蟹、鱿鱼和其他软体动物。

它们是多产的繁殖者，性成熟的 4—5 龄的雌鱼生产多至 400 万到 1000 万颗卵，其中大部分为其他鱼及食肉者吞食。

鳕鱼的年捕获量超过 45 万吨，以切成薄片，制成鱼松，盐渍的，晒前晒干的腌鱼或烟薰的、制成腌制的条块，整条的以及新鲜的或冷冻的鱼片等方式出售。鳕鱼的肝脏加工成富含维生素的鳕鱼肝油。

鳔（SWIM BLADDER）

一种充满气体的腔，其体积约占大多数硬骨鱼类体积的百分之五[参见 “真骨鱼类”]。鳔主要做为一种漂浮器官，使海洋动物具有中性浮力或一种相当于水密度的平均密度，这样使鱼类在不断游泳中省力。

具有鳔的鱼能恰当地调整气体的量（主要是氧气）到这种鳔里（鳔是一个有腺体而气密的囊，这种腺体把气体从血流中吸取到鳔中去）。在这些鱼的循环系统中，这种出色的调节机制遵从气体定律，当压力变化时，其容积也发生变化，正好为鱼类提供停留在所处水层所需要的浮力。鱼类随着鳔的发展而进化，它的延伸部分随后发展了；而且，在这些鱼类护骨深处，一种“内耳”迷路受到了影响。这种器官使它们对任何声波的来源能定出位置。

乌贼和酸浆乌贼演化出与鳔完全不同类型的漂浮器官。就柔鱼来说，一个充满液体的腔降低了它们的平均密度，并使它们可以浮起来。

在很深的海中栖居的鱼类，就像大多数底栖者一样，不需要鳔。因此，没有发展出一个鳔。不过，某些鱼类像鲭鱼，要么有一个很小的鳔，要么完全没有。通常具有较重骨骼的鱼类有一个鳔。由鳔产生的浮力使较重的骨骼浮起来从生物学上来讲是可行的。

参见 “深水散射层”；“深海鱼类和动物”；“可栖息区域”。

鳗鱼(EEL)

一些无亲缘关系包括鳗鲡目(Anguilliformes)中真正的鳗鱼和鲤形目(Cypriniformes)中鱼的俗称。它们的共同特点是都有伸长得像蛇一样的身体，无鳞或腹鳍。

真正的鳗鱼有几百种，其中典型的代表是欧洲海鳗(*Muraena helena*)和康吉鳗属(*Conger*)中的成员。虽然有少数鳗鱼栖息在深海(例如Gulper eels)或生活在冷水域中，但大多数鳗鱼常出现在世界海洋的热带和亚热带的浅水区域中。

美洲鳗鲡(*Anguilla rostrata*)和欧洲鳗鲡(*A. vulgaris*)是降河性产卵的真正鳗鱼的代表。降河性产卵是它们的不平常的特性，意即这种鳗鱼生活在淡水或海湾中但游入大海产卵。这种习性恰恰与溯河产卵鱼类相反，溯河产卵鱼类从海洋洄游到淡水中产卵。降河性产卵的鳗鱼的真实生活史还没有很好地被了解。亚里士多德断然认为，鳗鱼发生在地壳的底下。现在一般都相信成熟的鳗鱼在马尾藻海域相当深的水层中产卵。雌鳗鱼产卵期间可产300—1000万颗卵，产卵后不久即死去。

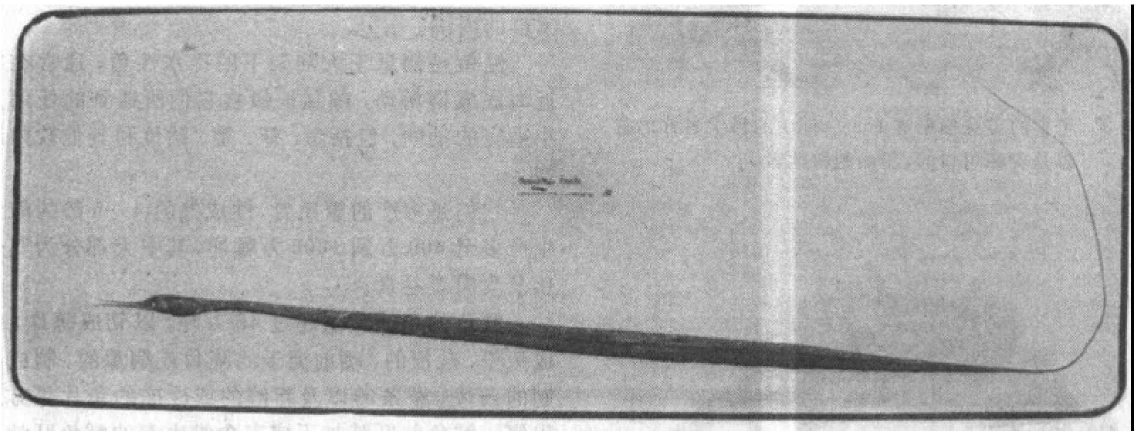


图　这是一条深水线口鳗，其特征为具有奇特的喙形吻和长的线状的身体

幼鱼称为柳叶状幼体(leptocephalus)，这是因为它们与薄而透明的叶片相似。虽然*Leptocephalus giganteus*常长达1.8米，但大多数鳗鱼的幼体是很小的，这一特殊的带状柳叶状幼体的形状也是海鲢(tarpon)、北梭鱼(bonefish)、乔氏鲳鲹(ladyfish)和一些鲽(flatfish)的幼鱼期的特征。

从产卵的时间算起，称为线鳗(elvers)的幼年鳗鲡估计约需一年的时间发育，并无例外地都回归到它们祖先的同一个大陆的水域。在这一奇特的航行之后，它们进入海湾与小港湾，晚春时节他们大量开始上游旅行。雄的趋向于停留在咸淡水中，而雌的则游更长的距离。在回到大海去产卵之前，它们在淡水中生活和生长一段较长的时期，估计为5年到20年。

栖息在美国东海岸水域中的鳗鲡成熟时，平均长度将达到1米，最大的约为1.21米。欧洲鳗鲡较大，常长达1.5米，重9公斤。在中美洲的鳗鱼种中，美洲鳗鲡长得较大，有时可长达3米。

在美国，鳗鱼很少食用，但在斯堪的纳维亚、东欧、荷兰、联邦德国、意大利、日本和英国，鳗鱼是闻名的且为人们所爱好的食品(在英国常作熏制品供应称，被为**Blind Robin**)。

pH值

pH是化学家用以描述液体体系氢离子浓度的一个数字指数。此浓度或pH值是以对数(以10为底)表示，因此它表示氢离子的稀释度(以每升溶液中摩尔离子为单位)[参见　“离子”]。氢离子浓度或活度与pH之间没有简单的关系。顺便提一句，这个“p”来自德文“potenz”，意思是幂或指数。

纯水主要由分子水构成，室温下以平衡量发生轻度解离，形成氢离子(+)和氢氧根离子(—)。因此在适当条件下纯水可作为一种弱碱或弱酸而起作用，可以说它是两性的。由于H^+和OH^-处于平衡之中，因而水是电中性的，每种离子的浓度值为10^{-7}或0.000 000 1摩尔离子·升$^{-1}$。因而pH等于H^+浓度倒数的对数，即log1/0.000 000 1或$\log 1/10^{-7}=7$。

用pH计测定海水的pH值，pH计上的刻度由0到14；数值7代表中性溶液，pH由7到0表示酸度增加，7—14的pH值为碱度的尺度。主要有四种pH指示电极：(1)氢电极(气体)，(2)醌一氢醌电极，(3)金属氧化物电极和(4)玻璃电极。

虽然世界大洋沿岸水的pH可高达9，但大部分海水的pH则在7.5到8.3之间变化。一般大洋水pH的平均值约为8。在表面附近，海水的碱度因河

水带入的溶解碳酸盐而增加，或由于氧化钙从珊瑚和介壳的形式沉积而减少。在深处碱度可随从上部沉降下来的钙质碎屑发生溶解的数量而变化。

更重要的是，海水的总二氧化碳中大部分是呈碳酸根和碳酸氢根离子存在，pH 值主要由二氧化碳的含量决定。例如，在风吹动的洋水表面上，将出现8.0—8.3（或>8.3）的 pH 值，具体数值与大气中二氧化碳的分压有关，或与表面上的水倾向于对二氧化碳和其它大气气体形成平衡状态的事实有关。这类气体如氮、氧和稀有气体（氩、氦、氖等）等均已在海水中发现，事实上，海水中含有已在大气中发现的所有气体，但其比例有所不同，因为它们的溶解量是由水的化学组成和主要的物理条件所决定。

局部海水的酸度是重要的，因为 pH 低于 7.5 时，许多海洋动物将不能生存，pH 低于 7 时，任何骨骼的生产都不能进行，因为所存在的碳酸盐将被海水所溶解。存在的主要弱酸是碳酸，但也有相当数量的硼酸存在。这两种酸的酸根决定着海水的碱度。硼（包括硼酸和硼酸盐）对氯的比值基本上是恒定的，约为 0.000 24。对于放入海洋中的物质，酸性溶液（pH 值小于 7）比中性或碱性溶液（pH 大于 7）更具腐蚀性。然而，海水本身通常含有多种阳离子（弱酸），含阴离子（碱）的种类虽然较少，但其中有一些（例如氯离子）的浓度很高。结果是海水基本上呈碱性，其 pH 为 7.5—8.3（原文有误。——译注）。

pH 极小值为 7.5 并发现于 7.62 米左右深处的大洋水中，在更深处 pH 逐渐增加。某些独特的海区（海水受到稀释的海区，或以缺氧为其特征的封闭海盆）除外。例如黑海的情况就是这样，它基本上是封闭的，只有一个狭窄而浅的出口与地中海相通。这里 183 米以下的水中没有氧，细菌对底层有机物质的分解造成硫化氢的浓集，于是其 pH 值处于酸性范围（小于 7）。类似的情况也出现于挪威峡湾，那里由浅的通道与大洋水隔开。

参见 “腐蚀”；“海水”。

SEASAT-A

SEASAT-A 是美国专门为海洋研究设计的第一个空间研究站的名字。

SEASAT-A 海洋卫星的具体目的如下。

1. 对世界海洋及其生物资源进行勘探、编图和绘制图表。

2. 管理、利用和保护海洋和生物资源。

3. 描述、监测和预报大气、海洋、太阳和空间的环境状态。

4. 对即将来临的破坏性自然现象发出警报。

5. 提出改造环境的有利方法。

6. 对无意造成的环境变化在一段时间内所引起的后果进行估计。

索 引

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z